खगोल-विज्ञान के महान क्षण

GREAT MOMENTS IN ASTRONOMY



केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा मंत्रालय) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत विज्ञान की विश्वविख्यात पुस्तकें

★ विज्ञान परिचय I-8 (सचित्र) — एम अंडरवुड — Set 50/
(गर्म ठंडा चुम्बक अग्नि पानी चक्रियाँ विद्युत प्रकाश एवं गति) — each 5/
(ACHIEVEMENTS OF SCIENCE 1-8 by M Anderwood)

★ दैनिक जीवन में विज्ञान I III — टी ए ट्वीडल — each 50/
(EVERYDAY SCIENCE TOPICS I III by T.A. Tweddle)

★ विज्ञान की कहानियाँ I IV — ए सटक्लिफ और ए पी डी सटक्लिफ — each 50/
(STORIES FROM SCIENCE I-IV by S tcliffe & S tcl ffe)

★ आदमी कैसे बना ? — डॉ आई डब्ल्यू कॉर्नवाल — 50/
(THE MAKING OF MAN by Dr I.W Cornwal)
सर्वोत्तम बाल पुस्तक लाइब्रेरी एसोसिएशन के 'कार्नेगी मैडल' से पुरस्कृत

★ टेलीविजन (एक अद्भुत आविष्कार) — जीन और रॉबर्ट बैंडिक — 50/
(TELEVISION WORKS LIKE THIS by J & R. Bendick

★ रेडार (RADAR Works Like This by Egon Larsen) — एगॉन लार्सन — 40/

★ ध्वनि अभिलेखन (SOUND RECORDING) — क्लेमेंट ब्राउन — 40/

★ ट्रांजिस्टर (TRANSISTOR by Egon Larsen) — एगॉन लार्सन — 40/

★ जेट-यान — जॉन डब्ल्यू आर टेलर — 40/
(JET PLANES by John W R Taylor)

★ परमाणु (ATOMS Work Like This by J hn Rowla d) — जॉन रोलैण्ड — 40/

★ हैलिकॉप्टर (Hel copters) — बेमिन मार्केल और जॉन डब्ल्यू आर टेलर — 40/

★ रॉकेट और अन्तरिक्ष यान — जॉन डब्ल्यू आर टेलर — 40/
(Rockets & Spacecrafts by Jhon W R Taylor)

★ रेलगाड़ी (TRAINS Work Like This) — डेविड सेंट जॉन टॉमस — 40/

★ कैमरे की कथा — मॉरिस के किड — 40/
(CAMERAS Wo k Like This by Maurice K. Kidd)

★ जिन्होंने भविष्य बनाया — एगॉन लार्सन — 80/
(MEN WHO SHAPED THE FUTURE by Egon Larsen)

★ जिन्होंने दुनिया बदल दी — एगॉन लार्सन — 80/
(MEN WHO CHANGED THE WORLD by Ego Larsen)

★ आधुनिक विज्ञान के महान अन्वेषक — पैट्रिक प्रिंगल — 80/
(GREAT DISCOVERERS IN MODERN SCIENCE by P Pri gle)

★ कार्यरत आधुनिक वैज्ञानिक — ए डब्ल्यू एलिस — 50/
(MODERN SCIENTISTS AT WORK by A.W Ellis)

★ खगोल विज्ञान के महान क्षण — आर्ची ई रॉय — 50
(GREAT MOMENTS IN ASTRONOMY by Arch E. R y

★ आधुनिक जीव विज्ञान — सी एच वाडिंगटन — 50/
(BIOLOGY FOR THE MODERN WORLD by C.H Waddington)

★ प्रकृति और मानव — जॉन हिलेबी — 30/
(NATURE AND MAN by John H llaby)

★ ज्ञानेन्द्रियों का संसार — जे डी कार्थी — 30/
(THE WORLD OF FEELING by J D Carthy)

★ मौसम (WEATHER by R.S Scorer) — आर एस स्कोरर — 30/

★ परिवहन (TRANSPORT by Ego Larse) — एगॉन लार्सन — 30/

★ अतल गहराई में जीवन (LIFE IN THE DEEP) — मॉरिस बर्टन — 30/

★ हमारा ग्रह पृथ्वी (PLANET EARTH) — डा रोनाल्ड फ्रेजर — 30/

★ विज्ञान का सहज बोध — डॉ जे ब्रोनोव्स्की — 50/
(COMMON SENSE OF SCIENCE by Dr J Browsowsk)

★ उष्ण कटिबंध के प्राणी — ई एम पी वाल्टर्स — 30/
(ANIMAL LIFE IN THE TROPICS by E.M.P W lters)

★ मानव एक रूप अनेक — रॉबिन क्लार्क — 30/
(DIVERSITY OF MAN by Robi Clark)

मानव ससाधन विकास मत्रालय (शिक्षा-विभाग) भारत सरकार द्वारा स्वीकृत

खगोल-विज्ञान के महान क्षण

लेखक

3 आर्ची ई रॉय



अलकार प्रकाशन

666, भील, दिल्ली-110051

Hindi translation of 'GREAT MOMENTS IN ASTRONOMY'
by Archie E Roy
By arrangement with
J M Dent & Sons Ltd , London

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय (शिक्षा-मन्त्रालय) भारत सरकार के सहयोग से कार्यान्वित लोकप्रिय पुस्तको की प्रकाशन-योजना' के अतर्गत स्वीकृत एव कैपिटल बुक हाउस दिल्ली के निमित्त अलकार प्रकाशन से प्रकाशित

अनुवाद
एम गुलाटी

पुनरीक्षण
के एन दुबे

मूल्य
पचास रुपये (50 00)

संस्करण
दूसरा 1990

प्रकाशक
अलकार प्रकाशन
666 भील दिल्ली 110051

मुद्रक
कल्पना प्रैस दिल्ली-110092

दो शब्द

हिन्दी के विकास और प्रसार के लिए शिक्षा तथा युवक सेवा मंत्रालय के तत्वावधान में पुस्तकों के प्रकाशन की विभिन्न योजनाएँ कार्यान्वित की जा रही हैं। हिन्दी में अभी तक ज्ञान विज्ञान के क्षेत्र में पर्याप्त साहित्य उपलब्ध नहीं है, इसलिए ऐसे साहित्य के प्रकाशन को विशेष प्रोत्साहन दिया जा रहा है। यह तो आवश्यक है ही कि ऐसी पुस्तकें उच्च कोटि की हों, किन्तु यह भी जरूरी है कि वे अधिक महगी न हों ताकि सामान्य हिन्दी पाठक उन्हें खरीदकर पढ़ सकें। इन उद्देश्यों को सामने रखते हुए जो योजनाएँ बनाई गई हैं, उनमें से एक योजना प्रकाशकों के सहयोग से पुस्तकें प्रकाशित करने की है। इस योजना के अधीन भारत सरकार निश्चित संख्या में प्रकाशित पुस्तकों की प्रतियाँ खरीदकर उन्हें मदद पहुंचाती है।

प्रस्तुत पुस्तक इसी योजना के अन्तर्गत प्रकाशित की जा रही है। इसके अनुवाद और कापीराइट इत्यादि की व्यवस्था प्रकाशक ने स्वयं की है तथा इसमें शिक्षा तथा युवक सेवा मंत्रालय द्वारा निर्मित शब्दावली का उपयोग किया गया है।

हमें विश्वास है कि प्रकाशकों के सहयोग से प्रकाशित साहित्य हिन्दी को समृद्ध बनाने में सहायक सिद्ध होगा और साथ ही इसके द्वारा ज्ञान विज्ञान से सम्बंधित अधिकाधिक पुस्तकें हिन्दी के पाठकों को उपलब्ध हो सकेंगी।

आशा है, यह योजना सभी क्षेत्रों में लोकप्रिय होगी।

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय

शिक्षा तथा युवक-सेवा मंत्रालय

ए चन्द्रहासन

निदेशक

विषय-सूची

चित्र-सूची

सातवें अध्याय में उद्धृत सन्दर्भ सबसे पहले 'रॉयल एस्ट्रोनामिकल सोसायटी' की पत्रिका *Monthly Notices* में प्रकाशित हुए थे।

पहला अध्याय

वह व्यक्ति जिसने पृथ्वी को चलाया

भूरे बालो व छोटी गरदन वाले और स्थूलकाय आदमी ने अपने हाथ मे पकडे हुए नए बने दूरदर्शक को गौर से देखा और यह उम्मीद बाधी कि आज की शाम भी आकाश साफ रहेगा। उस आदमी का नाम था गलीलियो गैलिली और बात है सन् 1610 ई को। पादुआ (इटली) के गणित के इस प्रोफेसर के लिए, अपने द्वारा बनाए जा रहे विशाल और बेहतर दूरदर्शको द्वारा, एक नई दुनिया का रहस्य खुलने वाला था। इससे पहले वह तीन ऐसे यत्र बना चुका था और हर बार का यत्र पहले वाले यत्रो से तीस गुना अधिक शक्ति वाला था। वह इस यत्र के लेंसो को पैना करके उन्हे रोशनी-बद नली मे बिठाने मे व्यस्त था।

7 जनवरी की उस रात को उसने जब बृहस्पति नक्षत्र के झिलमिलाते गोलक का दोबारा निरीक्षण किया तो उसके निकट उसे तीन ज्योति-बिन्दु और नजर आए। उसने सोचा कि पार्श्व के धुंधले सितारे होगे, परन्तु उसके आश्चर्य का तब ठिकाना नही रहा जब उसने उन तीनो को अगली रात परस्पर अपनी स्थिति बदलते देखा। यह बात आकाश-मडल के अध्ययन-कर्ताओ के अनुभव के सवथा विपरीत थी क्योकि उनका अध्ययन यह बताता था कि सदियो तक नक्षत्रो की स्थिति नही बदलती। इसके अतिरिक्त गैलीलियो ने यह गौर किया कि बृहस्पति के सदर्भ मे ही तीनो नक्षत्रो की परस्पर स्थिति मे अन्तर आया है। लगातार प्रेक्षण के बाद उसे पता लगा कि ये वस्तुत चार पिंड थे। कई रातो के बाद गैलीलियो इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि ये तीनो, बृहस्पति के चारो ओर चक्कर काट रहे थे, जो वस्तुत उपग्रह थे। इस तरह गैलीलियो को उन चार संसारो को खोजने और प्रेक्षण करने का सम्मान प्राप्त हुआ जिन्हें मनुष्य इससे पूर्व देख नही सका था। परन्तु यह खोज आगे आने वाले आश्चर्यों का एक अश मात्र थी।

चन्द्रमा का निरीक्षण करने पर उसे उसकी सतह पर फैले हुए असंख्य पहाड़ों, दरारों तथा प्रकाश व अंधकार की दुनिया का दर्शन हुआ। उसके दूरदर्शक में उपग्रह मंडलक के समान दिखाई देते थे और तारों की संख्या पहले से अब कई गुना बढ़ गई थी जिन्हें मनुष्य ने अभी तक देखा नहीं था। कृत्तिका नक्षत्र की सात की गिनती में गैलीलियो अब छत्तीस और जोड़ सकता था।

गैलीलियो ने अपनी प्रारम्भिक खोजों का विवरण 'साइडेरिअस नन्शिअस' (तारों का संदेशवाहक) नामक एक छोटी सी पुस्तक में दिया है। यह वेनिस से मार्च 1610 में प्रकाशित हुई थी। इससे अच्छा नामकरण किसी और पुस्तक का नहीं हुआ। यह तारों के बारे में एक रोमांचक वृत्त था जिसने हर स्थान के विद्वानों को चौंकाकर उनके विश्वास की गहरी नींवों को हिला दिया था। अनेक क्षेत्रों में इसके प्रति बेचैनी, संदेह, विरोध तथा घृणा व्यक्त की गई। कुछ विद्वानों ने गैलीलियो की खोजों का रुचि तथा उत्साह के साथ स्वागत किया लेकिन ऐसे लोग गिनती में थोड़े ही थे। अपने समय के सर्वप्रसिद्ध ज्योतिर्विद् केप्लर ने गैलीलियो का समर्थन किया और अगस्त 1610 में दूरदर्शक से बृहस्पति को स्वयं देखा। प्राग से प्रकाशित 'तारों का संदेशवाहक' की प्रति भी उसने प्राप्त की। उसने स्वीकार किया कि आकाश के अध्ययन के लिए दूरदर्शक बनाने का विचार उसके मस्तिष्क में कभी नहीं आया और साथ ही यह संकेत भी किया कि इन यंत्रों के द्वारा अब ठीक ठीक नाप भी संभव है।

इस प्रकार का समर्थन गैलीलियो के लिए बहुत उत्साहवर्द्धक था क्योंकि विभिन्न क्षेत्रों के विरोध का अब उसे सामना करना था।। दर्शन शास्त्र के प्रोफेसरों का तर्क था कि ग्रीक के महान् विचारक अरस्तू द्वारा बृहस्पति के उपग्रहों का कोई उल्लेख नहीं हुआ है, अतः उनका अस्तित्व असम्भव है। अन्य लोगों ने गैलीलियो के दूरदर्शक से देखने से इन्कार कर दिया क्योंकि उनके अनुसार इन उपग्रहों के दिखने का कारण यह यंत्र ही है। इतना ही नहीं, गैलीलियो जब मार्च के महीने में बोलोगना पहुँचा तो उसने वहाँ के प्रोफेसरों को दूरदर्शक से देखने का आग्रह किया, पर उनमें से अधिकांश ने यही कहा कि उन्हें कुछ भी दिखाई नहीं दिया।

इससे पहले कि हम उन्हें कपटी कहकर छोड दे, यह स्मरण रखना होगा प्रारम्भिक दूरदर्शक बहुत अपूर्ण थे। लेंसो की सतह ठीक नहीं होती था और उनमे कुछ अन्य त्रुटियाँ भी होती थी जिनसे धुधले प्रतिबिम्बो के चारो ओर रंगीन किनारे उभर आते थे। वास्तव मे हम जानते है कि गैलीलियो के दूरदर्शक से लोगो को क्या दिखाई देता था क्योकि कुछ यत्र अब भी उपलब्ध है। उनसे देखने पर हम आश्चर्यचकित रह जाएंगे कि गैलीलियो ने उससे इतनी खोज की। वह अवश्य ही कुशल, मेहनती निरीक्षक रहा होगा और धुधले दिखने वाले बिम्बो की व्याख्या करने तथा उन्हे समझने के लिए अपने यत्र की त्रुटियो के विरुद्ध सघर्ष करता रहा होगा। उसकी स्थिति के अन्य लोग, अपनी आरम्भिक खोजो के प्रति प्रभावशाली क्षेत्रो मे उठाए गए विरोध के कारण, अपने प्रयत्नो को छोड देते और शैक्षणिक पदो मे सुरक्षित पडे रहते। पर गैलीलियो के स्वभाव मे यह बात नही थी, उसने अपने खगोल-अभियान को जारी रखा और विरोधियो का सामना भी करता रहा।

गैलीलियो की खोजो से उसके समकालीनो पर पडे प्रभाव को जानने से पहले हम यह जान लेना जरूरी है कि आखिर उनके अनुसार दुनिया थी क्या!

ज्योतिर्विद्या अत्यन्त प्राचीन विज्ञान है। हम यह नही जानते कि आकाश का अध्ययन करने वाले आरम्भिक लोग कौन थे, वे कहा और कब हुए, लेकिन इतना निश्चित है कि 2000 ईसा पूर्व तक कई देशो के ज्योतिर्विद् इन खोजो मे लग चुके थे और इस बात के लिए प्रयत्नशील थे कि वे सूर्य, चन्द्रमा, तारो और रहस्यपूर्ण उपग्रहो की गतिविधियो का लेखा-जोखा कर सके। बेबीलोन, मिश्र, भारत और चीन मे इन्होने कई शताब्दियो तक आकाश के परिवर्तनशील दृश्यो का हिसाब रखा है।

ब्रह्माड की सरचना के सम्बन्ध मे इन प्राचीन विद्वानो ने शीघ्र ही कुछ विचार निश्चित कर लिए। कुछ के अनुसार पृथ्वी समुद्र-मेखला से घिरी एक द्वीप थी। इसके ऊपर पानी का एक गुम्बद था और यदाकदा उसमे से कुछ रिसकर बारिश के रूप मे गिरता था। सूर्य, चन्द्रमा, तारे और ग्रह पूर्व के रास्ते से प्रवेश कर, आकाश पार करते हुए पश्चिम के रास्ते

से बाहर चले जाते थे। ये उन महान् देवताओं के 'तारे' थे जो दुनिया पर शासन करते थे।

ग्रीक के महान् विचारकों (छठी शती ई पू) ने सूर्य, चन्द्रमा और ग्रहों से सम्बन्धित पहले के इन विचारों को अमान्य घोषित किया कि ये देवताओं के तारे हैं और उन्होंने इनकी सगत व्याख्या करने का प्रयत्न किया। अधिकांश का विश्वास था कि पृथ्वी आकाश मे तैरने वाला एक गोला है और आकाश तथा तारों की पृष्ठभूमि पृथ्वी के चारो ओर दिन मे एक बार चक्कर लगाती है। उन्होंने सूर्य, चन्द्रमा और अन्य ग्रहों की गतियो की वर्तुल-गति की, एक जटिल पद्धति द्वारा व्याख्या की। यह सिद्धान्त, कि पृथ्वी ब्रह्माड का केन्द्र है, अलेक्जेंड्रिया के टालमी द्वारा अन्तिम रूप से प्रतिपादित हुआ और इसे सामान्यत टालमी का भू-केन्द्रीय सिद्धान्त (Ptolemaic Geo-centric System) कहा जाता है।

उन थोड़े-से ग्रीक विद्वानों के, जिन्होंने सूर्य को स्थिर केन्द्र मानकर ब्रह्माड तथा अन्य ग्रहो को उसके चारों ओर घूमने वाला कहकर साहसिक तथा कल्पनाशील कदम उठाया था, विचार पुराने पड़ने लगे। लोग इस बात मे विश्वास करना अधिक उचित समझते थे कि जिस पृथ्वी पर वे रह रहे है, वही ब्रह्माड का केन्द्र है। अन्धकार के युग से जब यूरोपीय सभ्यता का उद्धार हुआ तथा रोमन साम्राज्य का पतन हुआ, तब ग्रीक विचारक प्लेटो और अरस्तू की कृतियो को ईसाई शिक्षा मे शामिल कर लिया गया। मानव जीवन का नाटक ब्रह्माड के केन्द्र मे घटित होना चाहिए, अत पृथ्वी ही वा केन्द्र थी। स्थिर तारो के गोलार्द्ध की सीमा के परे स्वर्ग था, पृथ्वी के भीतर नरक की अग्नि धधकती रहती है। ये विश्वास चर्च के सिद्धान्त बन गए थे। ये ऐसे अन्धविश्वास थे जिनका अधिकारियो द्वारा सर्वत्र पक्ष लिया गया। जो लोग ब्रह्माड के इस रूप पर संदेह करते, उन्हे कठोर यातनाएँ दी जाती थी बल्कि मृत्यु-दड तक दे दिया जाता था।

दूरदर्शक की प्रारम्भिक खोजो के समय गैलीलियो की आयु 45 वर्ष थी। उसका जन्म पीसा मे 1564 मे हुआ था जोकि शेक्सपियर का भी जन्म वर्ष है। जब वह युवक ही था तो उसे पीसा विश्वविद्यालय मे औषधि-विज्ञान के अध्ययन के लिए भेजा गया लेकिन उसे यह विषय बहुत ही नीरस

लगा। यद्यपि इस क्षेत्र मे भी उसने अपनी कुशाग्र बुद्धि का प्रदर्शन किया और रोगियो की नब्ज नापने के सम्बन्ध मे एक खोज की और इस तथ्य पर भी रोशनी डाली कि लोलक के स्पदन की निश्चित अवधि होती है जो उसकी लम्बाई पर आधारित होती है। यह विचित्र बात है कि बिना डिग्री लिए उसने विश्वविद्यालय त्याग दिया। सम्भवत उसके गैर-रूढिवादी विचार, अपने अरस्तूवादी प्राध्यापको से बहस करने की आदत, उनके सिद्धान्तो की कमियाँ बताते रहने के कारण ही उसे उन्होने स्कालरशिप देने से इन्कार कर दिया।

वह घर लौट आया, पर उसने अपनी पढाई जारी रखी तथा गणित और यात्रिकी मे दक्षता प्राप्त की। उसने कई मशीनें और वैज्ञानिक उपकरण बनाए। इनमे से एक भूमि के भीतर जल को सूचित करने वाला यत्र भी है। इससे वैज्ञानिक और विद्वान के रूप मे उसे खूब प्रसिद्धि मिली। 25 वष की आयु मे पीसा विश्वविद्यालय मे उसकी नियुक्ति गणित के प्राध्यापक के रूप मे हुई और यह इसी विश्वविद्यालय द्वारा उसे स्कालरशिप न दिए जाने के चार वष बाद की घटना है। वह वहां तीन वष तक रहा और फिर वेनेशिया रिपब्लिक के प्रसिद्ध विश्वविद्यालय पादुआ मे गणित का प्रोफेसर बनकर चला गया। आगामी अठारह वर्षो तक गैलीलियो अध्ययन, प्रयोग, आविष्कार करता हुआ अपने समय के विद्वानो मे अग्रगण्य बनकर अपना नाम रोशन करता रहा। वस्तुत इन्ही अठारह वर्षो मे उसने गति के सिद्धान्तो से सम्बधित वे खोजे की जिन पर आधुनिक गति-विज्ञान की नीव रखी गई है। लोलक के सावधानी और धैर्य से किए गए अध्ययन के फलस्वरूप गैलीलियो ने वस्तुओ के गिरने अथवा लुढकने के विषय मे गहरी जानकारी हासिल कर ली। उसके लोलक और लुढकने वाली वस्तुओ से सम्बधित कुछ प्रयोग आज भी माध्यमिक विद्यालयो मे पढाए जाते हैं क्योकि गति के मूलभूत सिद्धान्तो पर प्रकाश डालने के लिए वे बहुत ही महत्वपूर्ण हैं।

अब उसे अरस्तू के कई 'वैज्ञानिक' दृष्टिकोणो मे विसगतियाँ नजर आई, और पृथ्वी के घूमने के विचार के विरुद्ध टालमी की आपत्तियो की व्यथता महसूस होने लगी। इन आपत्तियो मे से एक यह थी कि अगर पृथ्वी घूमती होती तो हवा और लोग पीछे छूट जाते। लेकिन गैलीलियो ने अभी तक इन विचारो के सम्बन्ध मे अपना कोई अभिमत विद्यार्थियो के सामने

प्रकट नहीं किया था। वह उन्हें प्राचीन ज्योतिर्विद्या पढ़ाता रहा जिसमें टालमी के चक्र और परिधि-चक्र वाले पृथ्वी-केंद्रित ब्रह्मांड का तथा ग्रहों की गति की स्पष्टता के लिए आवश्यक जटिल वृत्तीय गतियों का वर्णन था। हालांकि, जैसा कि हम जानते हैं, वह इस बात से संतुष्ट था कि कापर्निकस का सूर्य-केंद्रित ब्रह्मांड वाला सिद्धान्त ज्यादा ठीक है।

निकोलस कापर्निकस (1473–1543) ने प्राचीन ग्रीक विचार की पुष्टि की थी कि सूर्य ब्रह्मांड के मध्य स्थित है और पृथ्वी समेत सभी ग्रह वर्तुलाकार उसके चारों ओर घूमते हैं। उसकी पुस्तक उसके जीवन के अंतिम समय में प्रकाशित हुई जिसमें उसने सूर्य-केन्द्रित ब्रह्मांड सिद्धान्त (अथवा कापर्निकस सिद्धान्त) की व्याख्या की थी, क्योंकि वह अपने समकालीनों के तिरस्कार और उपहास से बहुत डरता था। गैलीलियो उसके विचारों से पूर्णतया अवगत था।

1597 में जोहान्स केप्लर ने अपनी पुस्तक की एक प्रति गैलीलियो को भेजी। उसे धन्यवाद देते हुए गैलीलियो ने लिखा 'आपकी पुस्तक शान्ति के साथ पढ़ने का मैं वादा करता हूँ, इसमें कुछ प्रशंसनीय बात मिलने की पूर्ण सम्भावना है और यह बात मेरे लिए इसलिए प्रसन्नता की है क्योंकि कई वर्ष पहले से मैं कापर्निकस के विचारों से सहमत रहा हूँ और उसके दृष्टिकोण के अनुसार मैं प्रकृति के कई कार्य-व्यापारों की व्याख्या कर सकता हूँ जिन्हें आजकल की परिकल्पनाओं से समझा नहीं जा सकता।'

अपने विश्वासों को स्वयं तक सीमित रखने के कारण तब स्पष्ट हो जाते हैं जब वह आगे कहता है 'मैंने उसके पक्ष के समर्थन में और विरोधियों के खंडन में अनेक तर्क इकट्ठे किए हैं जिन्हें मैंने अभी तक जनता में प्रकट नहीं किया है क्योंकि मैं अपने गुरु कापर्निकस के परिणाम को देखकर भय अनुभव कर रहा हूँ, हालांकि कुछ सिद्धान्तों के कारण उन्हें अमर प्रसिद्धि मिली है। बेवकूफों की संख्या अधिक होने के कारण वे मजाक और उपहास के पात्र बने हुए हैं। मैं अपने विचारों को प्रकट करने की हिम्मत तभी कर सकूंगा जब आप जैसे बुद्ध लोग और भी हो जाएँ, पर ऐसा न होने पर मैं अपने को रोके रहूँगा।'

वास्तव में अपने बनाए दूरदर्शक के कारण उसके लिए आकाश-

मडल की एक नयी दुनिया खुल गयी थी। कई वर्षों तक प्रयोग करते रहने के बाद गलीलियो ने कार्पानिकस के सूर्य-केन्द्रित ब्रह्माड के सिद्धान्त के पक्ष मे अपने विचार प्रकट किए।

गैलीलियो ने दूरदर्शक का आविष्कार नही किया था। यह किसी को पता नहो है कि उपयुक्त आकार के दो लसो को एक-दूसरे के सामने रखकर तथा इमारतो और वृक्षो जैसी दूर की चीजो को हाथ-भर के फासले पर देख लेने वाले यन्त्र को बनाने वाला पहला व्यक्ति कौन था। सबसे पहले तेरहवी शताब्दी मे ऐनक के लिए लसो के प्रयोग को मान्यता मिली। निश्चित रूप से सोलहवी शताब्दी की अतिम तिमाही मे मुख्यत डच आविष्कर्त्ताओ द्वारा आदिम दूरदशक बनने शुरू हो गए थे। कुछ लेखको का मत है कि डच देश के मिडलबग क्षेत्र मे रहने वाले हेन्स लिपर्श नाम के व्यक्ति ने दूरदशक का सवप्रथम आविष्कार किया था। ऐसा कहा जाता है कि एक दिन दो बालक लिपर्श की दुकान पर लसो से खेल रहे थे तो उन्हे पता लगा कि दो लसो को एक सीध मे रखने से पास के चच का वातसूचक बडा दिखने लगा है। लिपर्श ने लसो को एक नली मे रखकर स्टेट्स-जनरल से पत्र व्यवहार शुरू किया जो नीदरलेड पर शासन करने वाले व्यक्तियो का एक सगठन था और स्पेन के फिलिप द्वितीय की सेना से जीवन-मरण के सघप मे जूझ रहा था। उन्होने तुरन्त महसूस किया कि युद्ध मे निर्देश देते हुए जनरल या स्काउटो के जहाजियो के लिए दूरदशक बहुत उपयोगी सिद्ध होगा, अत उन्होने आविष्कर्त्ता को अनुदान तथा पटेट देने का फैसला किया। लेकिन इस आविष्कार को गुप्त रखने के सभी प्रयत्न विफल हो गए क्योकि दूरदर्शक का समाचार तथा उसकी विधि अब तक सारे यूरोप-भर मे प्रचारित हो चुकी थी। 1609 मे पेरिस मे दूरदशक बिक्री के लिए लाए गए, और उसी वष मिलान, वेनिस, पादुआ और लदन मे भी ये बिकने लगे।

1609 के मई के महीने मे गैलीलियो ने सर्वप्रथम लिपर्श के आविष्कार का समाचार पहले मौखिक रूप से तथा बाद मे एक पत्र द्वारा सुना। उसने स्वय भी दूरदशक बनाने का तुरन्त निश्चय किया। पहले उसने प्रकाश-वक्रता के सिद्धान्त के अपने वैज्ञानिक ज्ञान को लागू किया अर्थात् उसने लेंसो पर प्रकाश-किरणो की वक्रता की जाच की ताकि दूरदशक की कार्य-विधि

को समझा जा सके। गहन अध्ययन के बाद उसने समस्या का हल निकाल लिया और अपना पहला दूरदर्शक बना लिया, ' सीसे की एक नली के दोनों सिरों पर मैंने दो लेंस जड़ दिए। दोनों एक तरफ तो समतल थे, पर दूसरी तरफ से गोलार्द्ध में क्रमश: उन्नतोदर और नतोदर थे। नतोदर लेंस की ओर से देखने पर मुझे चीजें संतोषजनक रूप से बड़ी और नजदीक दिखाई दीं क्योंकि अब वे मात्र तिहाई दूरी पर थीं और साधारण दृष्टि से देखने की तुलना में नौ गुनी बड़ी थीं।'

गैलीलियो द्वारा बनाया गया दूरदर्शक ज्योतिर्विज्ञान में प्रयुक्त आजकल के वक्र-किरण दूरदर्शक जैसा नहीं था जिसमें तारे तथा ग्रह और आकाश-मंडल के अन्य पिंड झाँककर देखे जाते हैं बल्कि आधुनिक ऑपेरा-दूरबीन की तरह था जिसमें दृश्य सीधे देखे जाते हैं।

यह दूरदर्शक पादुआ में बनाया गया था। वेनिस में सीनेट को भेंट करने के लिए गैलीलियो स्वयं वहाँ गया। सेंट मार्को की मीनार से सीनेट के आश्चर्य में डूबे सदस्यों ने समुद्र के क्षितिज के दर्शन किए जिसके बारे में गैलीलियो ने लिखा है, ' मेरे जासूसी शीशे ने इतनी दूर के उन जहाजों को देख लिया था जो बंदरगाह में दो घंटे बाद प्रविष्ट हुए।'

गलीलियो का वेतन तुरन्त दुगुना कर दिया गया और पादुआ की प्रोफेसरशिप उसे सारी उम्र के लिए दे दी गई।

वह पादुआ वापिस लौट आया। यहाँ उसने दूसरा दूरदर्शक बनाया जिसमें वस्तुएँ आठ गुनी बड़ी दिखती थीं और फिर तीसरा यन्त्र बनाया जो वस्तुओं को बीस गुना बड़ा दिखाता था यानी एक मील दूर की चीजें सौ गज दूर नजर आती थीं। उसके खोजी मन ने दूरदर्शक को आकाश की ओर कर दिया और तब पहली बार बृहस्पति ग्रह को एक मंडलक के रूप में देखा और चन्द्रमा को खुरदरे तथा पहाड़ी सतह के रूप में। इसका जादू उसके सिर पर चढ़कर बोलने लगा—वह उत्तेजित होकर चौथे दूरदर्शक के निर्माण में जुट गया। वह लेंसों को पैना और पालिश करता रहा ताकि यह निश्चय किया जा सके कि बृहस्पति मंडलक के ही समान है, चन्द्रमा की सतह पहाड़ी है और बृहस्पति के चार उपग्रहों और अब तक अज्ञात असंख्य तारों की भी खोज की जा सके।



आश्चर्यचकित सीनेट के सदस्य सेंट मार्को के बुर्ज से
सामुद्रिक क्षितिज देखते हुए।

उसकी पुस्तक 'तारो का सदेशवाहक' का, जिसमे उसकी ज्योतिर्विज्ञान सम्बन्धी खोजें हैं, थोडे-से लोगो द्वारा स्वागत हुआ और अधिकांश लोगो द्वारा सदेह, भय और विरोध की भावना प्रकट की गई। इस पुस्तक मे उसने पहली बार कापर्निकस के सूर्य-केन्द्रित ब्रह्माड का खुले-आम पक्ष लिया था। बृहस्पति के चन्द्रमाओ का वणन करते हुए वह लिखता है 'उन लोगो का सशय दूर करने का हमारे पास बहुत ही पुष्ट तथा सीधा तक है जो सूय के चारो ओर चक्कर लगाने वाले ग्रहो के कापर्निकस सिद्धान्त को तो सहन कर सकते हैं, पर पृथ्वी के चारो ओर एक चन्द्रमा की बात सोचकर ही इतना परेशान हो जाते हैं कि (जबकि ये दोनो ही एक वष मे सूय की परिक्रमा करते है) वे ब्रह्माड के इस सिद्धात को असम्भव मानते हैं।'

दूसरे शब्दो मे, वह उन लोगो पर व्यग्य कर रहा है जो यह सोचते थे कि अगर चन्द्रमा सूय के चारो ओर चक्कर लगाता होता तो वह पृथ्वी से पीछे छूट जाता। अपनी इस छोटी-सी पुस्तक प्रकाशित करवाने से पूव गैलीलियो ने बेलीसारियो विण्टा को जनवरी 1610 के पत्र मे लिखा था कि मेडिशियन तारे (बृहस्पति के उपग्रहो के लिए उसके द्वारा दिया गया नाम) वडे ग्रह बृहस्पति के चारो ओर उसी तरह घूमते है जिस तरह शुक्र, बुध तथा सम्भवत अय ग्रह भी सूर्य के चारो ओर घूमते है। अत इसमे कोई आश्चय नही है कि पृथ्वी-केन्द्रित ब्रह्माड के समथको ने गलीलियो तथा उसकी खोजो को अस्वीकार करने का फैसला किया। लेकिन अब तक उसकी प्रतिष्ठा इतनी बढ चुकी थी कि उसे फ्लोरेस मे ग्रेंड ड्यूक कास्मो डी' मेडिकी का गणितज्ञ और पीसा मे प्रथम गणितज्ञ नियुक्त कर दिया गया। और उसने पादुआ का अपना पद त्याग दिया जिससे उसकी अध्यापन की जिम्मेदारी कम हो जाए और वह अध्ययन मे अधिक समय बिता सके।

अब वह अपना निरीक्षण काय और भी तेजी से करने लगा तथा अपना ध्यान शनि, शुक्र तथा सूय की ओर लगाया।

शनि ग्रह ने उसे बडी हैरानी मे डाल दिया। दूरदशक मे, जैसा कि हस्पति के अनुभव से वह जान चुका था, प्रकाश एक मडलक के समान स्फुटित हो रहा था तथा इसके अतिरिक्त दो अय छोटे मडलक, दोनो तेर से उसे छू रहे थे। कई महीनो के बाद ये दोनो बाह्य मडलक आकार

मे छोटे हो गए और दो साल बाद दिखने ही बन्द हो गए। इस बारे मे अपने मित्र वेसलर को लिखे गए पत्र मे उसका असतोष साफ झलकता है।

'इस विचित्र कायाकल्प के बारे मे क्या कहा जा सकता है ? क्या ये दोनो छोटे तारे सूय के धब्बो की तरह चुक गए है ? क्या ये अचानक समाप्त होकर गायब हो गए है ? क्या शनि ने अपने बच्चो को ही निगल लिया है, या इनका दिखाई देना एक धोखा था जिन्हे दूरदशक से मै स्वय तथा दूसरो को भी दिखाता रहा हूँ ?'

अपरिचित स्थानो के अन्वेषको का यह वह भय है जब परिचित चिह्न खो जाते है। सत्य के शोधार्थियो को भी यह भय होता है। वे डरते हैं कि अनजानी बातें उन्हें धोखा देंगी और भटकाएगी। परन्तु साथ ही यह वह आकषण है जो कुछ विशेष व्यक्तियो की शक्ति और कौशल को अज्ञात का रहस्य जानने की चुनौती देता है।

गैलीलियो बाह्य मडलको के लुप्त होने और बाद मे प्रकट हो जाने के रहस्य को कभी नही सुलझा सका। उसके दूरदशक इतने शक्तिशाली नही थे। प्रसिद्ध डच ज्योतिर्विद् हेजस को अच्छे दूरदशक को प्राप्त करने के लिए चालीस वष प्रतीक्षा करनी पडी थी और तब उसने यह अनुभव किया था कि शनि ग्रह एक चौडे और चपटे वलय से घिरा हुआ है जो पृथ्वी और शनि की एक विशेष स्थिति मे लुप्त हो जाता है।

गैलीलियो का शुक्र ग्रह से सम्बन्धित व्यवस्थित निरीक्षण 1610 ई से शुरू हुआ। उसी वर्ष के दिसम्बर महीने मे उसने यह खाज की कि शुक्र की भी चन्द्रमा की भाति कलाएँ है। कई सप्ताहो के बाद ग्रह का आकार पतली फांक से अर्धवृत्त मे बदल गया था और फिर पूण होने तक बढता ही गया। इस अवसर पर शुक्र ग्रह सूय की चौंध मे अदश्य हो गया था। कुछ समय बाद जब स्थिति अनुकूल हुई तो इसका पूण मडलक दिखाई तो दे रहा था, पर पतली फाक मे बदलने तक यह घटता ही रहा। गैलीलियो ने यह भी गौर किया कि पूण मडलक दिखने के समय भी यह पतली फाँक की तुलना मे छोटा ही था। वह इस निष्कष पर पहुँचा कि चन्द्रमा की ही तरह यह ग्रह भी सूर्य के प्रकाश से दिखाई देता है और सूय के दूसरी तरफ होने पर ही पूण होता है। तब इसका चमकदार भाग पृथ्वी की ओर रहता

है। पृथ्वी-केन्द्रित सिद्धान्त मे टालमी ने शुक्र को एक छोटे वृत्त मे घूमते हुए दिखाया था जिसका केन्द्र पृथ्वी और सूर्य के बीच की एक रेखा पर स्थित था। लेकिन शुक्र मे सभी कलाएं विद्यमान थी जैसा कि कापर्निकस के सिद्धान्त मे वर्णित था। गैलीलियो के लिए यह सत्य के प्रकट होने का क्षण था— उसके निरीक्षण का यह चरम बिन्दु था। उसका यह विश्वास कि सूर्य केन्द्र है, न कि पृथ्वी, ठीक ही था। जैसा कि उसने लिखा है

दो महत्वपूर्ण समस्याओ के बारे मे अब हमारी इन्द्रियो को मान्य प्रमाण निश्चित रूप से प्रस्तुत किए जा सकते हैं, जिनके बारे मे कई विद्वान् विभिन्न निष्कर्ष देते रहे है। एक यह कि अन्य ग्रहो के समान ही शुक्र तथा बुध ग्रह सूर्य के चारो ओर घूमते हैं—यह ऐसी सच्चाई है जो पाइथोगोरस के अनुयायियो, कापर्निकस और केप्लर को मान्य है, पर जो कभी भी इन्द्रियो द्वारा सिद्ध नही की जा सकी। पर शुक्र और बुध ग्रहो के उदाहरण से अब वह सिद्ध हो चुकी है।'

जून 1611 ई मे गैलीलियो ने सूर्य के धब्बो की खोज की। उसने खतरा उठाकर दूरदर्शक से सूर्य का निरीक्षण किया जिसमे सावधानी न बरतने पर अंधे होने का डर था। इसके लिए उसने सूर्य के प्रतिबिम्ब को नेत्रिका के पीछे सफेद परदे पर देखा या फिर इसके लिए विशेष नेत्रिकाओ का प्रयोग किया। गैलीलियो को पहली विधि पसन्द थी, यह भी हो सकता है कि उसे दूसरी विधि ज्ञात ही न हो यद्यपि वह कभी सूर्य का निरीक्षण तब करता था जब उसकी चमक कम होती थी।

उसे जल्दी पता लग गया कि ये धब्बे सूर्य के ही अंश है और उनकी गति से उसने यह अनुमान भी लगा लिया कि सूर्य तीस दिनो मे एक घूर्णन पूरा करता है। क्योकि सूर्य घूर्णन के समय उनका आकार और परस्पर स्थिति बदल जाती थी इसलिए गैलीलियो ने उन्हे सूर्य वातावरण के बादल मान लिया। उसके मुख्य निष्कर्ष सही थे, लेकिन आज हम इन्हें सूर्य की सतह की गरम गैस के बवडर मानते हैं, जैसा कि गरम सलाख को पानी मे डालने से होता है।

गैलीलियो की खोजो की बढती हुई सूची के साथ साथ उसकी प्रसिद्धि भी बढती गई। उसकी खोजो का समाचार सारे यूरोप मे फैल गया और

हर स्थान के लोग आकाश-मडल की घटनाओ को देखने के लिए लालायित होकर स्वय भी दूरदशक बनाने की सोचने लगे।

उसकी असली मुसीबने 1616 से शुरू होती है। अभी तक गैलीलियो दूरदशक द्वारा की गई खोजो को अपने तक तथा व्यग्य से पुष्ट करता रहा था और विरोधियो के असगत तर्कों को काटने मे भी उसे कोई विशेष कठिनाई नही होती थी। लेकिन यह बात ज्यादा दिन न चल सकी और प्रभावशाली क्षेत्रो मे उसके कई दुश्मन बन गए। लेकिन इसके बाद भी वह अभी सुरक्षित था। वह पिछले ही वप रोम गया था, तब पोप पाल पचम ने उसका हार्दिक स्वागत किया था और वह पोप की सभा के कई अन्य सदस्यो से भी मिला था जिनमे बारबेरिनी भी था जो शीघ्र ही पोप अबन अष्टम बनने वाला था।

लेकिन जब वह कार्पनिकस सिद्धान्त का खुले-आम समर्थक हो गया और उसने पृथ्वी को ब्रह्याड के केन्द्र से विस्थापित कर दिया और पृथ्वी को भी सूर्य के चारो ओर चक्कर काटने वाला ग्रह मात्र सिद्ध कर दिया तब उसके शत्रुओ ने चच को उसके विरुद्ध कायवाही करने के लिए तैयार कर लिया। 1616 ई मे उसे चेतावनी दी गई कि वह यह मानना बन्द कर दे कि सूय ही ब्रह्याड का स्थिर केन्द्र है और पृथ्वी अपने अक्ष पर घूमती हुई सूय के चारो ओर घूमती है। गैलीलियो के विचार झूठ और ऊलजलूल करार दे दिए गए। पृथ्वी की गति की धारणा अधिक-से अधिक एक सुविधाजनक गणितीय साधन हो सकती है, और कुछ नही।

आगामी वर्षो मे गैलीलियो ने अपनी खोजो और आलोचनाओ को अरस्तू के भौतिकी के सिद्धान्तो तक सीमित कर लिया। उसने कई बार सूर्य-केन्द्रित ब्रह्याड के कार्पनिकस के सिद्धान्त को सिद्ध करने की आज्ञा लेनी चाही और पोप अर्बन से 1616 ई का आदेश वापस लेने की प्रार्थना की। 1623 ई० मे उसने एक पुस्तक 'इल सेगिटोर' नाम मे प्रकाशित करवाई। इसमे उसने बहुत ही सूक्ष्म स्तर पर कार्पनिक्स के सिद्धान्तो का पक्ष लिया है और वैज्ञानिक तर्क तथा प्रयोगो के सिद्धान्त की चर्चा की है। उसने यह भी लिखा है कि वैज्ञानिक का कत्तव्य है कि वह किसी चीज को अंतिम न माने।

1632 मे उसने अपनी पुस्तक 'डायलॉग ऑन दि टू प्रिंसिपल वल्ड सिस्टम्स' मे और भी आगे की बातें कही है। इसमे उसने अरस्तू के गति

और भौतिकी के सिद्धान्तो का खण्डन किया है तथा कापर्निकस के सिद्धान्तो का उसी जोर और चतुरता से समर्थन किया है। इस पुस्तक मे अरस्तूवादी, कापर्निकसवादी और एक आम आदमी के बीच वार्तालाप दिखाया है। पर चर्च के अधिकारियो की नजर से इसका मूल उद्देश्य छिपा न रहा। अगस्त मे पुस्तक जब्त कर ली गई और गलीलियो को रोम जाने का आदेश दे दिया गया। फरवरी 1633 मे वह वहा पहुँचा और उस पर मुकदमा चलाया गया। लम्बी कार्यवाही के बाद उसे अपराधी घोषित करते हुए 22 जून 1633 को सजा सुना दी गई। इस समय उसकी आयु 70 वर्ष की थी तथा उसका स्वास्थ्य भी अच्छा नही रहता था। मानसिक क्लेश से वह अलग परेशान था। उसे यन्त्रणा की धमकी देते हुए कापर्निकस के सिद्धान्तो को अस्वीकार करने के लिए विवश किया गया। यहा एक कथा प्रसिद्ध है, जो सम्भवत सत्य नही है, कि उठते समय उसने पृथ्वी के बारे मे कहा, 'फिर भी यह घूमती है।' तब उसे फ्लोरेंस के निकट उसीके घर मे अनिश्चित कालके लिए कारावास का दण्ड दे दिया गया।

उसने अपने जीवन के अतिम नौ वर्षों मे, लगातार बिगडते हुए स्वास्थ्य और अधे हो जाने पर भी, वैज्ञानिक खोजो को जारी रखा। अपने एक मित्र को उसने लिखा था 'आह, आपका दोस्त और सेवक गैलीलियो पिछले महीने अधा हो गया। अत यह आकाश, यह पृथ्वी, यह ब्रह्माड मेरे लिए ये मात्र शारीरिक सवेदन बनकर रह गए है।'

उसकी अतिम पुस्तक 'डायलॉग कर्सनिंग टू न्यू साइसेज' गति विज्ञान पर लिखा गया एक शोध-निबध है जिस पर आधुनिक भौतिकी की नींव रखी गई है।

उसकी मृत्यु 1642 मे हुई और उसकी कब्र पर स्मारक बनाने के लिए उसके मित्रो को मना कर दिया गया। कापर्निकस के सिद्धात चर्च द्वारा अब भी अस्वीकार किए जाते थे और आगामी कई वर्षों तक अस्वीकृत रहे। लेकिन विज्ञान की लहर को पीछे नही धकेला जा सकता। अब और भी ज्यादा लोग बडे और बेहतर दूरदर्शको के द्वारा गैलीलियो के पदचिह्नो पर चलने लगे तथा उसकी खोजो की पुष्टि तथा विकास करते रहे जिससे यह सिद्ध हो गया कि वह व्यक्ति जिसने पृथ्वी को चलाया था अतत विजयी हुआ।

दूसरा अध्याय

अव्यवस्था से सुव्यवस्था

जिस वर्ष गैलीलियो की मृत्यु हुई, उसी वर्ष क्रिसमस के दिन वूल्सथार्प (इंगलैंड) के एक जागीरदार के घर एक बच्चे का जन्म हुआ जिसके भाग्य में दुनिया का शायद सबसे बड़ा वैज्ञानिक होना लिखा था। इस बच्चे का नाम था आइज़क न्यूटन।

आधुनिक दुनिया के लिए न्यूटन का ऋण अनुमान से बाहर है। गणित, प्रकाश विज्ञान, ज्योतिर्विज्ञान और गति-विज्ञान के क्षेत्र में उसकी महत्वपूर्ण खोजों ने आज की स्थिति और विचारों को इतना प्रभावित किया हुआ है कि प्रसिद्ध गणितज्ञ लागरेंज ने यहां तक लिखा है, 'न्यूटन-जैसा प्रतिभाशाली व्यक्ति आज तक पैदा नहीं हुआ। महान् ज्योतिर्विद् लैपलास ने, जो स्वयं भी असीम प्रतिभाशाली था, कहा है कि न्यूटन का बृहत् ग्रंथ 'फिलासोफिया नेचुरलिस प्रिंसिपिया मैथेमेटिका, जिसे संक्षेप में 'प्रिंसिपिया' कहा जाता है, मानवीय प्रतिभा की किसी भी रचना से सर्वश्रेष्ठ है। न्यूटन के प्रति ऐसे उद्‌गार प्रकट करने वालों की सूची बड़ी लम्बी है, इनमें लेबनीज, गॉस, वाल्ज़मन, माख, आइंस्टाइन जैसे व्यक्ति भी हैं जिन्होंने वैज्ञानिक क्षेत्र में स्वयं भी कई महत्वपूर्ण खोजें की हैं, उन्होंने न्यूटन को निस्संदेह चरम प्रतिभा का धनी कहा है।

हमारी वर्तमान दुनिया आज भी अपने दृष्टिकोण में न्यूटनवादी है। ज्योतिर्विज्ञान में उसके द्वारा प्रयुक्त गति और गुरुत्वाकर्षण सम्बन्धी नियम आज भी मान्य हैं और इन्हीं नियमों के आधार पर अंतरिक्षयात्री गगारिन, तितोव, ग्लैन, कारपेंटर अपनी जान की बाज़ी लगाने को तैयार हो गए थे। ज्योतिर्विज्ञान की आधुनिक दो शाखाएँ खगोलीय यांत्रिकी और स्पेक्ट्रम विज्ञान (प्रकाश रंगों से उत्पन्न सात रंगों का अध्ययन करने वाला विज्ञान) न्यूटन की खोजों पर ही आधारित हैं जबकि न्यूटन द्वारा अन्वेषित अवकल

गणित और समाकलन गणित से वैज्ञानिको की ऐसी समस्याओ का समाधान प्रस्तुत हुआ है जिनका हल न्यूटन के समय तक लोगो को नही मालूम था।

न्यूटन वस्तुत एक ऐसे व्यक्ति की तरह था जो, किसी अधेरे कमरे मे मोमबत्तियो की मध्यम रोशनी मे पेचीदा मशीनो को समझने की कोशिश मे लगे हुए लोगो को न केवल प्रकाश दिखाता है बल्कि हरेक चीज का स्पष्टीकरण भी कर देता है। इससे मशीनो की विधि का रहस्य खुल जाता है और फिर उनकी समस्याओ का सहज हल भी मिल जाता है।

न्यूटन का जीवन स्वभावत तीन भागो मे बाटा जा सकता है—जीवन के पहले बाईस वर्ष जब उसने विश्वविद्यालय से स्नातक की उपाधि प्राप्त की, इसके बाद के बाईस वर्ष जिसमे उसने महान खोजे की तथा उन्हे प्रकाशित किया और अन्तिम चालीस वर्ष जबकि उसकी मुख्य जिम्मेदारी दफ्तर से सम्बन्धित कार्य था तथा जिस अवधि मे उसने अपनी पहली कुछ खोजो को आगे बढाया।

न्यूटन के बाल्यजीवन के बारे मे बहुत कम जानकारी प्राप्त है। वह अपने पिता के बारे मे कुछ नही जानता था क्योकि जन्म से कुछ महीने पूर्व ही उनकी मृत्यु हो गई थी। यह भावी ज्योतिर्विद् जन्म के समय इतना छोटा था कि उसकी माता कहा करती, 'मैं उसे तीन पाव के मग मे बिठा सकती हूँ।' वह इतना कमजोर था कि उसके जीने की कोई आशा नही थी। स्वय के तथा विज्ञान के भविष्य के लिए वह इतना भाग्यशाली सिद्ध हुआ कि शीघ्र ही उसकी यह कमजोरी दूर हो गयी।

बारह वर्ष की आयु मे उसे ग्रेथम के एक स्कूल मे भेजा गया। एक कहानी के अनुसार उसमे प्रतिभा-स्फुरण के चिह्न तब तक उद्भासित नही हुए जब तक उसकी एक उद्दण्ड लडके से मुठभेड नही हुई। उसकी विजय ने उसे इतना उत्तेजित कर दिया कि उसने लगन से अध्ययन करना प्रारम्भ कर दिया और वह स्कूल का प्रधान बन गया। गैलीलियो की भाँति उसे मशीनो का निर्माण करने मे मजा आता था खासतौर पर जलघडी और धूपघडी बनाने मे। सम्भवत ज्योतिर्विज्ञान से उसका पहला परिचय धूप घडी की कीलो की छाया का निरीक्षण करते हुआ था।

चौदह वर्ष की आयु मे उसके सौतेले पिता का देहान्त हो गया और

उसकी माँ ने उसे बुला भेजा। इस विचार से वह कुछ वर्षों तक घर रहा कि सम्भवत वह भी अपने पूवजो की भाँति एक किसान बन जाएगा। उसके चाचा ने यह समझते हुए कि उसकी खेतीबाडी मे कोई रुचि नही है उसे कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी के निमित्त सुयोग्य बनाने के लिए वापस ग्रेंथम भेज दिया। 1661 मे वह ट्रिनिटी कालेज, कैम्ब्रिज मे प्रविष्ट हुआ, जहाँ उसने गणित का अध्ययन किया।

यहाँ तक हमे साधारण से कुछ अधिक योग्यता रखने वाले व्यक्ति का परिचय मिलता है। मानव मस्तिष्क इस ग्रह का अन्तिम अचिह्नित प्रदेश है और जब तक हमे इसकी कायप्रणाली के सम्बन्ध मे और अधिक जानकारी नही प्राप्त हो जाती तब तक हमारे लिए यह अज्ञान का विषय रहेगा कि क्यो कुछ प्रतिभासम्पन्न व्यक्ति बाल्यकाल से ही प्रखर बुद्धि होते हैं और कुछ इसके अपवाद रूप लडकपन के पश्चात्, अकस्मात् ही नए तारो की भाँति प्रभा से देदीप्यमान हो उठते हैं। न्यूटन की प्रतिभा का उन्मेष बाईस या तेईस वर्ष की अवस्था मे हुआ। इस समय वह यूक्लिड की 'ज्यामिति के तत्त्व' नामक पुस्तक का अध्ययन करने मे व्यस्त था, जिसे उसने 'साधारण' की सज्ञा से अभिहित किया। इसके साथ ही वह देकार्त्ते की 'ज्यामिति' पुस्तक का अध्ययन भी कर रहा था, जिसे समझने मे उसे पर्याप्त कठिनाई का सामना करना पडा। कुछ ऐसी रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं जो मात्र अन्य रासायनिक पदार्थों के सान्निध्य मे ही घटित होती है, जबकि वे रासायनिक पदाथ स्वय अपरिवर्तित रहते है। रसायनवेत्ता ऐसे रासायनिक पदार्थों को उत्प्रेरक कहते है। यूक्लिड, देकार्त्ते प्रभृति गणितज्ञो के मूल ग्रथो ने न्यूटन की महान मानसिक शक्तियो को जागृत करने मे उत्प्रेरक का काय किया। सन् 1665 तक असदिग्ध रूप से न्यूटन की गणित सम्बन्धी बहुत-सी खोजे हो चुकी थी। इसी वर्ष सावभौम गुरुत्वाकर्षण का विचार उसके दिमाग मे कौंधा।

और इसी वष मृत्यु भयकर प्लेग का आकार धारण कर इगलैंड मे फैल गयी। इस आतककारी महामारी के कारण लदन और उसके आस-पास के जिले सत्रस्त हो उठे और उनकी जनसख्या अल्प होती गयी। राहगीरो को काली मौत की उपस्थिति से सतक करने के लिए शहर के सैकडो दरवाजो

पर श्रास का चिह्न बना दिया गया। सकरी, तग, चकत्ते लगी टेढ़ी-मेढ़ी गलियों को, मुर्दे ढोने वाली गाडी की आवाज, 'अपने मुर्दे लाओ!' की चीख मे भर देती।

सक्रमण (छुआछूत) के भय से कम्ब्रिज विश्वविद्यालय को बन्द कर दिया गया। न्यूटन वूल्सथाप लौट गया जहाँ वह 1667 तक, यूनिवर्सिटी दुबारा खुलने के अठारह माह तक, रहा। यहा अपने जन्म-स्थान पर, गहन मनन व लम्बी चुप्पी और शान्ति के लिए पर्याप्त सुविधा होने पर, उसने ज्योतिर्विज्ञान, गणित और प्रकाश विज्ञान के क्षेत्र में ऐसी महत्वपूर्ण खोजें की जिनके कारण सम्पूर्ण मानव-जाति का दृष्टिकोण (भाग) परिवर्तित हो गया। कैम्ब्रिज वापिस लौटने पर उसने अपने इन अनुसन्धानों के मूलभूत विचारो पर विचक्षण ढग से कार्य करना प्रारम्भ कर दिया।

प्रकाश-विज्ञान और गणित मे अपने किए हुए अन्वेषणो की सूची बनाते हुए, वूल्सथाप मे व्यतीत किए दिनो की स्मृति मे न्यूटन ने लिखा "और इसी वर्ष मैंने चन्द्रमा की परिधि पर गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव पर विचार करना प्रारम्भ कर दिया था। यह जान लेने के पश्चात् कि किस भाँति उस बल (force) का अनुमान लगाया जा सकता है जिससे घेरे के भीतर घूमता हुआ ग्लोब अपनी सतह को दबाता है मैंने केप्लर के ग्रहो के आवर्ती समयो के नियमानुसार यह निष्कर्ष निकाला कि वे बल, जो ग्रहो को उनके घेरे के अन्दर रखते हैं, उनकी त्रिज्याओ के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होते हैं। ग्रहो का आवर्तीकाल उनकी त्रिज्या के सेस्क्वीआल्टरेट अनुपात मे होता है। इस ढग से मैंने पृथ्वी पर पाए जाने वाले गुरुत्वाकर्षण बल की तुलना उस बल से की जो चन्द्रमा को उसकी परिधि म रखने के लिए आवश्यक है, और मैंने ठीक उत्तर पाया। यह सब प्लेग के उन दो वर्षों 1665 और 1666 मे हुआ, क्योकि उन दिनो मैं अन्वेषण करने की अपनी आयु की चरम सीमा पर था, और उन दिनो गणित और दर्शन के अध्ययन मे मैं पूर्णत केन्द्रित था जितना उसके पश्चात् फिर कभी नही रहा।"

अब, हमें यह समझने की चेष्टा करनी चाहिए कि इन अन्वेषणो मे न्यूटन किस कारण प्रेरित हुआ। उस समय उसे सौर मडल, गणित और प्रकाश विज्ञान से सम्बन्धित कुछ तथ्यों का ज्ञान था। तब से पचास वर्ष पूर्व

गैलीलियो असंदिग्ध रूप से इस तथ्य को सिद्ध कर चुका था कि पृथ्वी एव अन्य ग्रह सूर्य के चारो तरफ घूमते है। बृहस्पति के उपग्रहो, चन्द्रमा की पहाड़ियो और सूर्य के धब्बो का पर्यवेक्षण करने से काफी व्यक्तियो ने अनुमान किया कि तारे, चन्द्रमा, सूर्य उन्ही तत्वोसे निर्मित हैं जिनसे पृथ्वी, और उनमे कोई विशिष्टता नही जिससे उन्हे दिव्य की सज्ञा दी जा सके। महान ज्योतिर्विद् केप्लर ने ग्रहो की कक्षा से सम्बन्धित तीन नियमो को विदित किया था जो न्यूटन को ज्ञात थे।

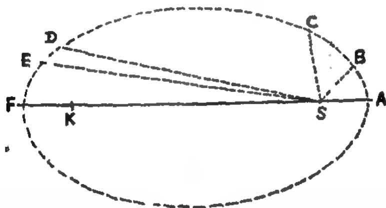
प्रथम नियमानुसार किसी भी ग्रह की कक्षा एक दीर्घवृत्त (ellipse) होती है जिसका एक फोकस (focus) सूर्य पर होता है। इस नियम से सूर्य के निकट ग्रहपथ का आकार ज्ञात हो जाता है। जब माली दीर्घवृत्ताकार फूलो की क्यारी बनाना चाहता है तो वह पृथ्वी मे कुछ दूरी पर दो कीले गाड देता है। दोनो कीलो के सिरो पर वह एक ढीला सूत्र बाध देता है फिर एक डण्डे से उस सूत्र को कडा कर देता है और सूत्र को कडा रखते हुए डण्डे को कीलो के आस-पास घुमाता है। इस तीसरे डण्डे के घुमाने से जो वक्र-रेखा बनती है उसे दीर्घवृत्त कहते है। जमीन मे गडे दो डण्डो की स्थिति को 'foci' कहते है, उनको जितना एक-दूसरे के समीप गाडा जाएगा, दीर्घवत्त उतना ही वृत्त (circle) की आकृति के निकटतर होता जाएगा। दो पिन, थोडे से सूत्र और पेसिल के साथ, आप स्वय इसे करके देख सकते है।

कई वर्षों तक मगल ग्रह के पथ का निरीक्षण करने के पश्चात् केप्लर ने इस प्रथम नियम का ज्ञान प्राप्त किया। बहुत-से ग्रहो की कक्षाए लगभग वृत्ताकार मालूम पडती है किन्तु सही पर्यवेक्षण से स्पष्ट हो जाता है कि उनकी आकृतियाँ वास्तव मे विभिन्न अशो की विषमता (eccentricity) (अर्थात् वृत्त से अलगाव) रखने वाले दीर्घवृत्त है। यह सौभाग्य की बात है कि केप्लर ने मगल ग्रह के पथ का निरीक्षण किया जोकि असामान्य रूप से दीर्घवृत्ताकार है।

दूसरा नियम नक्षत्र के अपनी कक्षा मे घूमने के ढग की व्याख्या करता है। इसके अनुसार रेडियस वेक्टर (*radius vector*) (वह रेखा जो ग्रह को सूर्य से सम्बद्ध करती है) समान क्षेत्रो को समान समय मे पार

कर लेती है।

चित्र मे सूय S दीघवृत्त के एक फोकस पर है, दूसरा फोकस K है। जब A पर ग्रह के सूय के अत्यधिक निकट होने पर उसे परिसूयक (perihelion) पर कहा जाता है और F पर जब वह सूय से अ यतम दूरी पर होता है तब उसे सूर्योच्च (aphelion) पर कहा जाता है। केप्लर के दूसरे नियम को सिद्ध करने के लिए यदि रेडियस वेक्टर SB, SC, SD और SE, जो ग्रह की चार अवस्थितियो के सम्बन्ध मे जानकारी देती है, ऐसी हो कि क्षेत्रफल SBC क्षेत्रफल SDE के बराबर हो तब B और C के मध्य ग्रह का व्यतीत किया समय असदिग्ध रूप से D और E के मध्य व्यतीत किए समय के बराबर होगा। लेकिन SB और SC रेखाए SD



और SE रेखाओ मे छोटी है इसलिए दो क्षेत्रफलो के बराबर होने के लिए परिधि खड (arc) BC को परिधि खड (arc) DE से बडा होना चाहिए। इसलिए ग्रह की गति D और E के मध्य की अपेक्षा B और C की कक्षा मे अधिक होगी। परिसूयक पर जहाँ रेडियस वेक्टर छोटी है ग्रह तेजी से घूमेगा और सूर्योच्च पर उसकी गति धीमी होगी। उदाहरणत मगल ग्रह का परिसूयक वेग (perihelion velocity) 16 4 मील प्रति सेकड है और सूर्योच्च वेग (aphelion velocity) 13 6 मील प्रति सेकड है।

इन दो नियमो को ज्ञात करने के लिए कुछ वर्षों के पश्चात् केप्लर ने सभी ग्रहो की कक्षाओ से सम्बन्धित एक तीसरा नियम खोजा। जितना समय एक ग्रह अपनी कक्षा के साथ भ्रमण करता हुआ परिसूयक से दुबारा

परिसूर्यक पर पहुँचने मे लेता है, उसे परिभ्रमण का आवृत्ति-काल कहते है। यह समय सभी ग्रहो के लिए अलग-अलग होता है। पृथ्वी के सदर्भ मे यह अवधि एक वर्ष की है जबकि यमग्रह के सदर्भ मे 248 वर्षों की। दीर्घवृत्त कक्षा मे परिसूर्यक से सूर्योच्च की दूरी को प्रधान अक्षरेखा (major axis) कहा जाता है। इसके अतिरिक्त केप्लर ने यह भी ज्ञात किया कि ग्रहो के आवृत्ति-काल के वर्ग उनकी प्रधान अक्षरेखाओ के घनो (cubes) के अनुपात मे होते है।

कार्य प्रारम्भ करने के लिए न्यूटन के पास यह तीन सम्यक् नियम थे। जेरेमीह होरोकस नामक नवयुवक द्वारा विज्ञात किए इस तथ्य के सम्बन्ध मे भी, कि चन्द्रमा पहले दोनो नियमो का पूर्णत पालन करता है, उसे मालूम था। इसके अतिरिक्त गैलीलियो के प्रयोगो द्वारा वह स्वतन्त्र रूप से पृथ्वी के तल पर गिरती वस्तुओ के त्वरण के महत्व को जान चुका था।

अन्य अनुसधानकर्ताओ को भी इन बातो के सम्बन्ध मे जानकारी थी। वे इस प्रश्न का समाधान ढूढ रहे थे कि 'वह कौनसी वस्तु है जो ग्रहो को सूर्य के चारो तरफ उनकी कक्षा मे और चन्द्रमा को पृथ्वी के चारो तरफ उसकी कक्षा मे कायम रखती है ?' केप्लर ने इस जिज्ञासा का आशिक समाधान प्रस्तुत किया था। गुरुत्वाकर्षण को उसने 'सगोत्री वस्तुओ की एक-दूसरे से मिलने और पाने की प्रवृत्ति' कहकर परिभाषित किया। उसने गुरुत्वाकर्षण की तुलना चुम्बकत्व से की और मात्र इतना ही सुझाव दिया कि ग्रह अपनी कक्षा के भीतर किसी भाँति के बल द्वारा धकेल दिए जाते हैं। अन्य व्यक्तियो मे एक अग्रेज वैज्ञानिक 'हुक' ने अनुमान लगाया कि यह बल केन्द्रीय सत्ता, जोकि रेडियस वेक्टर के साथ परिचालित (घूमती है) होती है, के आकर्षण के परिणामस्वरूप उत्पन्न होता होगा जैसे कि रस्सी के एक सिरे पर बधा पत्थर सिर के ऊपर घुमाने पर भी तनाव के कारण नही गिरता।

इस तथ्य के अन्वेषको मे से किसी को भी सही स्पष्टीकरण प्राप्त नही हुआ। इसके अतिरिक्त यदि किसी ने इस समस्या का समाधान पाया भी तो उसमे अपने हल द्वारा सभी तथ्यो का स्पष्टीकरण करने की क्षमता न थी। उनके पास गणित के आवश्यक उपकरण न थे। साधारणत अधिकतर

व्यक्तियो का इन समस्याओ का समाधान ढूढने का ढग गलत था ।

जैसा कि हमने देखा न्यूटन ने न केवल उचित स्पष्टीकरण खोजा बल्कि अवकल गणित और समाकलन गणित का आविष्कार किया जोकि एक ऐसा गणितीय उपकरण है जिसका ज्ञान प्राप्त कर कोई भी प्रकृति के सापेक्ष दिए अपने स्पष्टीकरणो की जाँच कर सकता है । उसने ऐसे वैज्ञानिक नियमो की खोज की जिनके द्वारा गणना की जा सके । तब वह इन नियमो को अकगणित के ढग से दूरी, गति इत्यादि की गणना करने के लिए प्रयुक्त करता था, यदि परिणाम उसके पयवेक्षण द्वारा प्राप्त नियमो के अनुरूप होते तो वह उन्हे मान लेता अन्यथा वह ऐसे नियमो मे अटके रहने की अपेक्षा अ य नियमो को प्रयुक्त करता ।

श्रुति अनुसार एक दिन जब वह वूल्सथाप की वाटिका मे बैठा था तब उसने एक सेब को पृथ्वी पर गिरते हुए देखा । चिकित्सक और पुरातत्वान्वेषी न्यूटन के मित्र स्टोक्ले के मतानुसार, इस प्रतिभासम्पन्न वैज्ञानिक ने सेब के पृथ्वी पर गिरने के कारण पर मनन किया और इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि पृथ्वी ने उसे अपने केन्द्र की ओर आकर्षित किया है, यदि एक पदाथ दूसरे पदाथ को आकर्षित करता है तो यह पदाथ के परिमाण के समानुपाती बल के साथ होना चाहिए, इसलिए सेब ने स्वय पृथ्वी को अपनी ओर आकर्षित किया । उसने इस विषय पर चि तन करना आरम्भ कर दिया । क्या गुरुत्वाकपण बल (force of gravity) सम्पूण विश्व मे क्रियारत है, क्या चन्द्रमा पृथ्वी की आकपण शक्ति के कारण अपनी कक्षा मे कायम है जबकि अ य ग्रह सूय के चारो तरफ सूय के गुरुत्वाकपण क्षेत्र के प्रभाव के अन्तगत घूमते है । केप्लर के नियमो का उपयोग करते हुए उसने ग्रहो को उनकी कक्षाओ मे स्थित रखने के लिए अपेक्षित बल का अनुकलन करना प्रारम्भ किया और पाया कि प्रत्येक नक्षत्र के ऊपर बल को दूरी के वग के व्युत्क्रमानुपात मे सूय की दिशा मे क्रियान्वित होना पडता है । तब उसने गुरुत्वाकपण के नियम को चन्द्रमा पर प्रयुक्त किया । गैलीलियो के कार्यानुसार उसे ज्ञात था कि पृथ्वी के तल की कुछ फुट दूरी से कोई भी वस्तु पहले सेकड मे सोलह फुट नीचे गिरेगी, इससे वह वस्तु पर पृथ्वी के बल की गणना कर सकता था । उसे चन्द्रमा की दूरी भी ज्ञात थी जो अनुमानानुसार वृत्त

मे पृथ्वी के चारो तरफ घूमता था। पूर्वगणनानुसार यह दूरी पृथ्वी के अर्द्धव्यास से 60 गुना थी। वह अपने गुरुत्वाकर्षण के नियम द्वारा, चन्द्रमा पर पृथ्वी द्वारा डाले गए बल और उसके परिणामस्वरूप वह पृथ्वी की ओर एक सेकड मे जितना गिरेगा, ज्ञात कर सकता था। उसने अपनी गणना को अवेक्षित मान से मिलाया और उनमे अपूर्ण समानता पायी।

अवेक्षित और अनुकलित मानो मे अधिक विसगति न थी परन्तु न्यूटन के लिए वही पर्याप्त थी। उसने इस गणना को छोड़ दिया और स्वय को गणित एव प्रकाश-विज्ञान के अनुसधानो मे व्यस्त कर दिया। कुछ वर्षों पश्चात् फ्रेंच वैज्ञानिक पिकाड के पृथ्वी के अर्द्धव्यास का नया मान प्राप्त करने पर, उसने दुबारा उन गणनाओ को किया। कहा जाता है कि वह इतना अधिक उत्तेजित हो उठा था कि सगणना को समाप्त करने मे उसे अपने मित्रो की सहायता लेनी पड़ी। इस बार अवेक्षित एव अनुकलित मानो मे समानता थी। सफलता ने उसे काय को आगे बढाने के लिए उत्साहित किया। सम्भव है कि पृथ्वी के अर्द्धव्यास के गलत मान की अपेक्षा इस तथ्य को सिद्ध करने की कठिनाई कि पृथ्वी जैसी वर्तुलाकार वस्तु दूसरी वस्तु को ऐसे आकर्षित करती है जैसे उसका सारा पदार्थ उसके केन्द्र (centre) मे सकेन्द्रित हो, इस गणना को पूण करने मे देरी का कारण रही हो। कुछ भी हो यह कार्य पूरा हो गया था और गुरुत्वाकर्षण का नियम ज्योतिर्विज्ञान के साक्ष्य द्वारा प्रमाणित हो चुका था।

यहाँ हम न्यूटन के चरित्र के सबसे विस्मयकारी पक्ष से परिचित होते हैं। स्वय को सतुष्ट करने के पश्चात् उसने ज्योतिर्विज्ञान के क्षेत्र मे नया युगारम्भ करने वाले अन्वेषणो के परिणाम की जानकारी न किसी को दी और न ही उन्हे प्रकाशित कराने के लिए कोई प्रयास किया। बहुत-से आविष्कारक जब तक अपने शोधो को मान्यता प्राप्त सोसायटी जरनलो (पत्रिकाओ) मे लेख रूप मे प्रकाशित नही करवा लेते, तब तक चैन नही लेते। यह भी स्पष्ट है जब तक कोई वैज्ञानिक आविष्कार (तथ्य) प्रकाशित नही किए जाते, ताकि वैज्ञानिक ससार उनका उपयोग कर सके, तब तक उसका कोई महत्व नही होता।

इन परिणामों को प्रकाशित कराने की न्यूटन की अनिच्छा का अधूरा

स्पष्टीकरण उसके कैम्ब्रिज लौटने के पश्चात् के कुछ वर्षों की घटनाओ मे प्राप्त हो जाना है।

प्रोफेसर आइजक बैरो ने उसे उसके अध्ययन मे अत्यधिक प्रभावित किया। वे विद्वान वैज्ञानिक, गणितज्ञ, शास्त्रीय अध्येता दृढ एव दुबले-पतले थे। वे तैतीस वर्ष की आयु के थे जब न्यूटन का उनसे परिचय हुआ। जल्दी ही बैरो ने न्यूटन की प्रतिभा को पहचान लिया और 1669 मे उन्होंने कैम्ब्रिज मे गणित के लुकेशियन प्रोफेसर के पद से त्याग पत्र दे दिया ताकि न्यूटन को उसका उत्तराधिकारी चुना जा सके। ऐसा हुआ, जिसके परिणामस्वरूप व्याख्यान देने के उपरान्त का सारा समय न्यूटन विज्ञान को दे सकने के लिए स्वतन्त्र हो गए।

इस अवधि के बीच उन्होने नए ढग के दूरदर्शक का निर्माण किया जिसमे परावर्तक मे साधारणत लगे शीशे के लैंस (glass lens) के स्थान पर दर्पण (mirror) लगा हुआ था। प्रकाश-विज्ञान के अनुसधानो से उन्हे विश्वास हो गया कि आवर्तन टेलिस्कोप (Refracting Telescope) के दोषो को दूर नही किया जा सकता। उन्हे प्रकाश-विज्ञान पर विभिन्न लेख रॉयल सोसायटी को भेजने के लिए प्रेरित किया गया। इन लेखो की कडी आलोचना हुई, खासतौर पर विदेशी दार्शनिको द्वारा। फलत न्यूटन लम्बे और ऊबा देने वाले पत्राचार मे व्यस्त हो गए जिनमे वे स्वाभाविक शालीनता और सहनशीलता के साथ अपने दृष्टिकोण को स्पष्ट करने का प्रयास करते थे। इसी समय के लगभग उन्होने रॉयल सोसायटी के सेक्रेटरी ओल्डनबर्ग को लिखा था "मनुष्य को या तो कुछ भी नया प्रवचण न करने का प्रण करना चाहिए, नही तो उसे बचाने के लिए उसका गुलाम बन जाना चाहिए।" इन अनुभवो के कारण उन्होने सार्वजनिक जीवन को तिलाजलि दे दी। सिवाय व्याख्यान देने के वे अपना कमरा शायद ही कभी ही छोडते थे। अध्ययन मे वे इतनी गम्भीरता से जुटे रहते थे कि वे भोजन करना भूल जाते, लापरवाही से कपडे पहनते, जूते टखनो तक आधे पहने रहते और उनके बाल बिना कघी के रहते, कभी-कभी अपने छोटे बाग म टहलते-टहलते जैसे ही कोई सारगर्भित विचार उनके मस्तिष्क मे कौंधता, वे ऊपर अपने कमरे की ओर भागते। वास्तव मे वे, अब जिसे भुलक्कड



नोट बनाने के लिए कभी-कभी वे सीढ़ियों से ऊपर, अपनी सैर अधूरी छोड़कर, भागते थे। वास्तव में वे, जिसे आज भुलक्कड़ प्रोफेसर कहते हैं, वह बन गए थे।

प्रोफेसर कहते हैं, वह बन गए थे।

भौतिकी एव ज्योतिर्विज्ञान मे किए गए उनके विस्मयजनक अन्वेषण असीमित अवधि के लिए खो जाते यदि उनके मित्र और सहचर एडमड हैली न होते।

1684 के लगभग सर क्रिस्टोफर रेन और रावर्ट हुक के साथ हैली इस प्रश्न पर विमर्श कर रहे थे कि क्या सौर परिवार मे आकर्षण का व्युत्क्रम वर्ग-नियम (Inverse Square Law of Attraction) का परिणाम ग्रहो की गति-सम्बन्धी केपलर के तीनो नियम देगा। रेन ने हुक और हैली को इसका प्रमाण देने के लिए कहा, पर दोनो असफल रहे। हैली कैम्ब्रिज मे जाकर न्यूटन से मिले और उन्होने पूछा कि यदि गुरुत्वाकर्षण बल दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपात मे हो तो ग्रह कौनसी वक्र रेखा बनाएँगे। न्यूटन ने अपने मित्र की ओर देखा और कहा, "दीर्घवृत्त।" हैली के पूछने पर कि वे यह कैसे जानते है, उन्होने कहा कि उन्होने इसकी गणना की थी किन्तु उनके कागज खो गए हैं। उन्होने हैली से, सारी सामग्री को पुन अनुकलित करके उसे भेजने का वादा किया। वास्तव मे उन्होने उसे दो भिन्न प्रमाण (proofs) भेजे और इससे उन्हें ग्रहो की गति-सम्बन्धी एक छोटी-सी पुस्तक लिखने की प्रेरणा प्राप्त हुई।

'डी मोट्यू' ('गति पर') नामक यह पुस्तक जब हैली ने पढी तो उसने प्रारम्भिक महत्व के इन अन्वेषणो को ससार को देने का निश्चय किया। अत्यधिक मजबूर करने पर न्यूटन अपने कार्य का पूरा विवरण तैयार करने के लिए उद्यत हुए। हैली द्वारा लगातार प्रेरित करने पर आगामी पन्द्रह महीनो मे उन्होने 'प्रिंसिपिया' समाप्त की। 1687 मे यह प्रकाशित हुई और रॉयल सोसायटी के पास कम चन्दा होने पर, हैली ने इसके प्रकाशन के निमित्त धन भी दिया।

यदि *गणितज्ञ* और ज्योतिर्विद, अन्वेषक और चिकित्सक एडमड हैली ने अपने मित्र न्यूटन को 'प्रिंसिपिया' लिखने के लिए उत्तेजित और उसके प्रकाशन की व्यवस्था करने के अतिरिक्त जीवन मे कुछ भी न किए होते तो भी निस्सदेह व मानव-जाति की शाश्वत् कृतज्ञता के पात्र रहते। इस प्रतिभा-सम्पन्न कार्य मे न्यूटन कुशलता से प्राप्य सभी खगोलीय और भौतिक

परिदृश्यो को छूते है, उन्हे व्यवस्थित करते है और उनकी व्याख्या करते हैं कि वे कैसे उसके सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण और गति के तीन नियमो का अनुसरण करते है, नयी पयवेक्षित सामग्री का निर्देश करते हैं और गणितीय भौतिकी की इतनी गहरी नीव डाल देते है कि आने वाली ढाई शताब्दियो के गणितज्ञो, वैज्ञानिको और ज्योतिर्विदो के अधिकतर अनुसन्धानो का लक्ष्य सगतरूप से उनके सार्वत्रिक सिद्धान्त के परिणामो को विस्तार देने का रहता है।

प्रिंसिपिया' की कुछ सामग्री निम्नलिखित प्रकार की थी

उन्होने यह सिद्ध किया कि पृथ्वी जैसा चक्कर लगाने वाला ग्लोब अपने दोनो ध्रुवो पर भूमध्यरेखीय क्षेत्रो मे केन्द्रापसारी बल (centrifugal force) के कारण कुछ चपटा हो जाएगा जिससे उन क्षेत्रो (ध्रुवो) मे गुरुत्वाकर्षण बल कम हो जाता है। भूमध्यरेखा पर पदार्थ का यह उभार चन्द्रमा और सूर्य से प्रभावित होगा जिससे पृथ्वी के घूमने की कीली की अग्रगति परिभ्रमित तल की कीली की भाति मन्द हो जाएगी और कीली शकु (cone) रेखाकित करेगी। 134 B C मे हिपाकस द्वारा विषुव-अयन (Precession of the Equinoxes) की सज्ञा से अभिहित यह व्यापार ज्ञात कर लिया गया था किन्तु ऐसा क्यो होता है, न्यूटन से पूर्व किसी ने इसका स्पष्टीकरण नही किया था।

उन्होने बताया कि गुरुत्वाकर्षण और केप्लर के नियमानुसार ग्रह सूर्य के चारो ओर दीर्घवृत्त मे घूमेगा। अन्य ग्रहो के आकर्षण के प्रभाववश यह दीर्घवृत्त वर्षों मे परिमाण, आकार और दिशा मे थोडा सा परिवर्तित हो जाएगा। इस ढग से उन्होने बृहस्पति और शनि ग्रह के कक्षा मे अब तक हुए अस्पष्ट परिवर्तनो को स्पष्ट किया। उन्होने यह भी बताया कि एक या उससे अधिक उपग्रहो वाले ग्रह के पिंड को कैसे मापा जाए।

चन्द्रमा की कक्षा-सम्बन्धी एक अत्यधिक कठिन समस्या के बारे मे, जिसके सम्बन्ध में न्यूटन ने एक बार हैली से कहा, "इसके कारण मेरा सर दर्द होने लगा, और मैं इतना अधिक अनिद्रित रहा कि मैंने उसके विषय मे सोचना बन्द कर दिया।" वे यह सिद्ध कर सके कि पृथ्वी के चारो ओर घूमने मे चन्द्रमा में जो व्यतिक्रम पाया जाता है उसका कारण सूर्य का आकर्षण

है। उन्होने कुछ का निर्देश किया जिन्हे बाद मे निरीक्षण द्वारा सही प
गया।

उन्होने यह प्रमाणित कर दिखाया कि यदि किसी प्रक्षेप्य को
पहाड के शिखर से काफी वेग से साथ फेंका जाए तो वह पृथ्वी के च
ओर वृत्त या दीर्घवृत्त बनाता हुआ पहाडी पर लौट आएगा। कहा
टक्कर न होने पर वह पृथ्वी के चारो ओर अनन्त काल तक घूमता रहेग
दूसरे शब्दो में तीन सौ वर्ष पूर्व, जब कि न्यूटनीय विज्ञान प्रथम कृि
उपग्रह को कक्षा मे फेकने जितनी प्रगति कर पाया, आइजक न्यूटन ने इस
सभावना का निर्देश कर दिया था।

उन्होने ज्वारभाटा की क्रिया को गुरुत्वाकर्षण नियम का अतिरि
परिणाम बताकर, इस विषय पर समस्त आधुनिक शोध की नींव डा
और उसे स्पष्ट किया। उन्होने सिद्ध किया कि धूमकेतुओ की कक्षाए
इसी नियम के अधीन हैं और उनके मार्ग को अनुकलित करने की प्रणा
भी बताई।

इसके अतिरिक्त पुस्तक में द्रव्य-गति की अनेक समस्याओ क
समाधान, बहुत-से विचक्षण प्रयोगो का आकलन, कलन के सिद्धान्त तथ
अन्य मेधावी अनुसन्धान सम्मिलित है।

अलेक्जेण्डर पोप की इस लघु कविता की कल्पनाशीलता का अव
बोधन सहज ही हो जाता है

> प्रकृति और प्रकृति के नियम रात्रि के अधकार म विलीन थे,
> ईश्वर ने कहा, 'यूटन हो,' और सभी कुछ ज्योतित हो उठा।

कहा जाता है जब 'प्रिंसिपिया' का प्रकाशन हुआ तब केवलमात्र
आधा दजन जीवित व्यक्ति थे जो वास्तव मे उसका अर्थ ग्रहण कर सकते थे।
सम्भवत काफी व्यक्तियो ने जब उस पुस्तक को खरीदा—यह दस या बारह
शिलिंग की थी—तब उन्होने अनुभव किया कि यह विज्ञान मे मील का पत्थर
है। वे कदाचित् ही इस बात का अनुमान लगा सकते थे कि इस पुस्तक
के प्रकाशन से साधारणत आधुनिक वैज्ञानिक ससार और विशेष रूप
से आधुनिक ज्योतिर्विज्ञान का प्रारम्भ हुआ।

जैसे ही पुस्तक का अर्थबोधन अधिक होने लगा, यूटन की ख्याति,

जो पहले ही अत्यधिक थी और बढ गयी। यूरोप-भर मे उनका यश फैल गया। यह प्रसन्नता की बात है कि उनके देश के नागरिक उन्हे प्राप्त करने योग्य थे। 1688 मे वे कैम्ब्रिज के एम पी निर्वाचित हुए। 1696 मे उन्हे मिंट का वार्डन नियुक्त किया गया, जिससे उनकी पदोन्नति 1699 मे मिंट के प्रधान के रूप मे हुई। इस पद पर उन्होने अपनी महान मेधा का उपयोग इगलड की आर्थिक व्यवस्था को व्यवस्थित करने मे किया जो उस समय धन की कमी तथा अन्य दोषो के कारण अत्यन्त ही बुरी दशा मे थी। इस कार्य को अत्यन्त सुचारुता से निबाहते हुए भी वे वैज्ञानिक कार्यों मे सलग्न रहने का समय निकाल लिया करते। 1703 मे वे रॉयल सोसायटी के प्रेसीडेंट निर्वाचित हुए, इस पद पर वे मृत्युपयन्त रहे। 'ऑपटिक्स' के प्रकाशन के वर्ष-भर पश्चात् सन् 1705 मे इन्हे 'नाइट' की उपाधि दी गयी।

न्यूटन की विनम्रता और नैसर्गिक विनय को अभिलिखित करना भी आह्लाद का विषय है। "यदि मैं अन्य व्यक्तियो की अपेक्षा दूर तक देख सका हूँ, तो उसका कारण है, क्योकि मैं बृहद् प्रतिभाओ के कधो पर खडा रहा हूँ।" उन्होने एक बार कहा, निस्सदेह अन्य व्यक्तियो मे गैलीलियो, केप्लर और देकार्त्त को भी सम्मिलित किया गया है। और जब वे एक वृद्ध व्यक्ति थे तब उन्होने कहा "मैं नही जानता ससार को मैं क्या प्रतीत होऊँगा, किन्तु स्वय को मैं समुद्र के किनारे खेलते एक बालक के समान लगता हूँ, जो कभी-कभी साधारण से अधिक चिकने और चमकदार पत्थर एव सीपी खोजने के लिए अपना ध्यान बाँटता है, जबकि सत्य का अगाध जलधि मेरे सम्मुख अनवेषित पडा है।"

उनका देहान्त सन् 1727 मे हुआ। राष्ट्रीय हीरो के उपयुक्त उनकी अत्येष्टि क्रिया हुई। उनका शव इगलैंड के लार्ड हाई चासलर, दो ड्यूको तथा तीन सामन्तो द्वारा वेस्टमिन्स्टर ऐबी के अन्तिम विश्राम-स्थल पर ले जाया गया।

तीसरा अध्याय

अन्तरिक्ष से एक आगन्तुक

अठारहवीं शताब्दी के आरम्भ मे मनुष्य रात्रि मे नभ के परिवर्तित होते गोचर दृश्यो को नयी अन्तर्दृष्टि से देख सकता था।

सुदूर स्वर्ग के पार, नभमण्डल मे टिमटिमाते हीरो की भाँति बिखरे हुए तारे अभी भी पूर्व मे उदय होते और ऊपर आकाश मे बहुत बड़े परिधि खण्डो मे चढकर पश्चिम मे चले जाते या ध्रुव तारे के इर्द-गिर्द अपना रात्रि-वृत्त बना लेते। उनकी प्रत्यक्ष गति मात्र पृथ्वी ग्रह के अपनी धुरी पर दिन मे एक बार घूमने का परावर्तन थी, वह धुरी जो ध्रुव तारे के अति सन्निकट पडोस की ओर इंगित करती थी। अभी तक मात्र इतना ज्ञात था कि तारे एक स्थिर पारदर्शक स्फटिक पिंड पर जड़े हुए हैं।

इस पृष्ठभूमि पर ग्रह सावधानी से विचरण करते, ठीक समय पर राम, बैल, जुड़वाँ इत्यादि अपने सुपरिचित ग्रहो के समूह मे प्रवेश करते और कभी-कभी कुछ समय के लिए बड़े-बड़े फंदो (loops), जो कि कॉपर्निकस के अनुसार सूर्य के चारो ओर पृथ्वी की वार्षिक गति के परावर्तन थे, मे अपने पदचिह्नो पर वापिस लौट जाते। अत्यन्त अच्छे ढंग से निर्मित टेलिस्कोपो से उनके मण्डलको पर चिह्न दिखाई देते जबकि बड़े ग्रहो, बृहस्पति और शनि के अपने चन्द्रमा-परिवार थे, चार पहले के और पाँच दूसरे के। चन्द्रमा के बीच में आ जाने से कभी-कभी सूर्य की रोशनी आच्छादित हो जाती, इसी पृथ्वी की प्रतिच्छाया के राहु में पृथ्वी या चन्द्रमा का ग्रहण लग जाता, जब कि आज ऐसी घटनाओं का निरूपण विश्वास के साथ किया जा सकता है।

गैलीलियो, केप्लर प्रभृति व्यक्तियों द्वारा कष्ट से संकलित पदार्थ सामग्री के उपयोग द्वारा न्यूटन के मेधावी अनुसंधानों ने अब अव्यवस्था से सुव्यवस्था का प्रतिष्ठापन कर दिया था और सूर्य, चन्द्रमा तथा पृथ्वी सहित अन्य ग्रहों को सार्वभौम गुरुत्वाकर्षण के नियम का अनुगामी सिद्ध कर दिया

था। निस्सदेह शताब्दियो का काय अभी शेष था जिससे इन आकाश-पिंडों की अवेक्षित गति पर छुपे हुए या अक्सर अप्रत्यक्ष रूप से गुरुत्वाकषण का प्रभाव पडता है, यह सिद्ध किया सकें, फिर भी साधारणत न्यूटन के युग के व्यक्तियो को इसमे कोई सन्देह नही था कि सौर-परिवार एक बहुत बडी घडी है जो गुरुत्वाकषण के वाच-स्प्रिग द्वारा नियत्रित होती है और जिसे मनुष्य अपनी मेधा द्वारा समझ सकता है।

केवल एक आकाशीय घटना इस नियम मे अन्तर्निहित नही थी। शताब्दियो से असमय होने वाले इस चमत्कार ने मानव-जाति को भयभीत और आसमय कर रखा था जब से उन्होने प्रथम बार सिर उठाकर आकाश की ओर देखा और उसके अथग्रहण की चेष्टा की।

तारो से भिन्न, बिना किसी पूवचेतावनी के रोशनी का एक बिन्दु दिखाई देता, यह रोशनी आकृति मे असामान्य रूप मे बढकर लम्बी चमकदार पूछ बन जाती जो सुदूर आकाश मे ध्वजा की भाँति मालूम देती। अधविश्वासी व्यक्तियो को यह खड्ग या नाग की प्रतीति देती और किसी भयकर दुर्घटना जैसे प्लेग, बाढ या आक्रमण की पूवसूचना का चिह्न जान पडती। आदिम मानव का जीवन इतना सकटग्रस्त और पराश्रित था कि ये दुर्घटनाएँ इस अपशकुन के कुछ समय पश्चात् सचमुच घटित होती जिससे मानव का विश्वास, कि यह दुर्भाग्य का सकेत या उसका कारण थी, प्रमाणित हो जाता। जैसे-जैसे माह व्यतीत होते जाते इस दिव्य अतिथि की दीप्ति बढती जाती और जिस रहस्यमय ढग से यह प्रत्यक्ष होता था उसी भाँति घटने और विलुप्त होने से पूर्व यह दिन के समय भी दिखाई देने लगता।

धूमकेतु कही जाने वाली ये चिंताकारी वस्तुएँ टाइको ब्राहे और केप्लर जैसे प्रतिभासम्पन्न विद्वानो के लिए भी विस्मय के स्रोत रही, जिन्होने इनकी प्रकृति का अनुसधान कर इन्हें विश्व-सरचना के अपने सिद्धान्तो में अवस्थित करने का प्रयास किया।

एक सुझाव यह दिया गया कि हो सकता है कि ये पृथ्वी के ऊपर वायुमडल की अभिदासक वाष्प द्वारा निर्मित हुए हो। किन्तु 1577 मे एक दीप्तिमान धूमकेतु के निरीक्षण द्वारा ब्राहे ने इस विचार को निर्मूल सिद्ध कर दिया, जिसने यह प्रमाणित किया, कि वे चाहे कुछ भी थे किन्तु उनकी दूरियाँ

ऐसी थी जिनके कारण उन्हे ग्रहान्तरीय अन्तराल था वास्तविक निवास माना जा सकता था। कान्स्टैंण्टिनोपल को तुर्कों द्वारा विजित कर लेने क कुछ ही वर्षों पश्चात् 1456 मे, कृपाण की आकृति मे बने ज्योतिर्मान धूमकतु की उपस्थिति ने यूरोप निवासियो को सत्रस्त कर दिया, तुर्कों की अधीनता के नीचे रहते हुए, आतककारी तुर्कों और इसे निशेष करने के लिए प्राथनाए की गयी।

न्यूटन से पूर्व भी निस्सदेह बहुत-से ज्योतिर्विदो ने धूमकेतु की आकृति और उसकी कक्षा-सम्बधी जानकारी प्राप्त करनी चाही। किन्तु अत्यन्त कठिनता से प्राप्त उनके परिणाम अनिश्चित थे। महीनो धूमकेतु के सिर की स्थिति तारो की पृष्ठभूमि के परिप्रेक्ष्य मे मापी जाती। उदाहरणस्वरूप पोलो टोसकेनली ने, जो क्रिस्टोफर कोलम्बस का भौगोलिक परामशदाता बना, अत्यन्त सावधानी से 1443, 1449 और 1456 मे तारो के परिप्रेक्ष्य मे धूमकेतु की स्थिति का निरीक्षण किया। पृथ्वी की कक्षा की आकृति ज्ञात होने के कारण, ज्योतिर्विद् अन्तरिक्ष मे धूमकेतु के माग का अनुमान लगा सकते थे, किन्तु दूरी की सही जानकारी न होने के कारण, माग की अस्पष्ट आकृति का अनुमान ही लगाया जा सकता था। टाइको ब्राहे और माइकल मेस्तलीन का विचार था कि 1577 के धूमकेतु का माग सूय के चारो ओर वृत्ताकार था जब कि केप्लर के मतानुसार 1607 और 1618 क धूमकतु विभिन्न गति के साथ अन्तरिक्ष मे सीधी रेखाओ म घूमे है। 'धूमकेतुओ का अज्ञात भ्रमण' जैसा कि एक इगलिशमैन ने कहा, अन्य ज्योतिर्विदा के मतानुसार अत्यधिक लम्बे दीघवृत्तो या परवलयो मे हो सकता है।

एडमड हैली के इस ओर ध्यान देने से पूव इन वस्तुओ की यह स्थिति थी।

हैली, जिससे हम एक सच्चे मित्र के रूप मे परिचित हो चुके हैं और जिसने न्यूटन को 'प्रिसिपिया' लिखने के लिए उत्तेजित किया, अपनी क्षमता से अपने समय का प्रतिभाशाली वैज्ञानिक भी था। पयवेक्षित एव सैद्धान्तिक ज्योतिर्विज्ञान, गणित, आकषण शक्ति, नौ-विद्या, भाषाओ का अध्ययन, इतिहास और जियोफिजिक्स मे उसकी उपलब्धियो की सूची एक अत्यन्त सुदृढ चरित्र के जिज्ञासु मस्तिष्क का प्रारूप खीच देती है। जब यह

ज्ञात होता है कि काफी वर्षो तक रॉयल सोसायटी का सेक्रेटरी होते हुए और पद-सम्बद्ध कार्यभार को वहन करते हुए, उसने अपने वैज्ञानिक अनुसंधानो के मध्य लम्बी सामुद्रिक यात्राएँ की अपने जहाज का कैप्टन रहा और काफी बार सम्राज्ञी ऐन द्वारा एड्रियाटिक, ओसनबर्ग हालैंड, हेनोवर और वियाना भेजा गया, तब आश्चर्य होता है कि उसने इतना सब उपलब्ध करने के लिए समय कहा से खोज लिया। वह 1720 से 1742 तक दूसरा रॉयल ज्योतिर्विद् भी रहा।

सम्भव है, 1680 मे, चौबीस वर्ष की वय मे, अपने स्कूल के मित्र के साथ महाद्वीप का भ्रमण करते हुए, हैली की रुचि धूमकेतु मे उत्पन्न हुई हो। कैले और पेरिस की सडक के मध्य मे उसने 1680 के धूमकेतु का अवलोकन किया। दूसरे विषय बीच में आ पडने के कारण वास्तव मे 1695 से उसने धूमकेतु-सम्बन्धी अनुसंधान करने प्रारम्भ किए। पिछली दो शताब्दियो की पर्यवेक्षित सामग्री और अपने मित्र न्यूटन द्वारा 'प्रिंसिपिया में ज्ञात किए नियम और गणितीय उपकरण उसे उपलब्ध थे। वास्तव में वह पहला वैज्ञानिक था जिसने उन निष्कर्षों का उपयोग किया।

अंतरिक्ष में धूमकेतुओ की कक्षाओ का अनुकलन करने पर वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा "मैं सोचता हूँ इससे स्पष्ट और कुछ नही हो सकता कि धूमकेतु परवलयिक के निकट बढते हुए सूर्य के चारो ओर गोलो में घूमते है।"

वह अगले दस वर्षों तक इसी दिशा मे अनुसन्धान करता रहा जो उन दिनो थका देने वाले परिश्रम का काम था, उसने चौबीस धूमकेतुओ की कक्षाओ की गणना की। इसके अतिरिक्त उसने समय खोज निकाला गणित पर अनेक लेख प्रकाशित करवाने, चन्द्रग्रहण का निरीक्षण करने, चेस्टर म मिंट के उपनियंत्रक के रूप में अपना कर्तव्य वहन करने और दो सम्पूर्ण सामुद्रिक यात्राएँ करने का—एक बारबाडोस और दूसरी अण्टार्कटिक, जहा उसने "आश्चर्यचकित कर देने वाली ऊँचाई और मान के बडे-बडे बर्फ के द्वीप, जिनके सम्बन्ध मे मुझे कुछ लिखते भी भय लगता है", देखे। उसने इगलिश चैनल का निरीक्षण भी किया और सम्राज्ञी ऐन के आदेश पर एड्रियाटिक और ट्रीस्टे, इन हिस्सा के अधिकारियो को किलेबन्दी की कला पर सुझाव देने के लिए भी गया।



सड़क पर उसने 1680 के महान धूमकेतु को देखा ।

1705 मे इस अश्रान्त व्यक्ति ने अपने धूमकेतु के अनुसन्धानो के निष्कर्ष रॉयल सोसायटी को भेजे। कक्षा की सगणना के अध्ययन से उसने लक्षित किया कि उनमे से कुछ मे अत्यधिक समानता है। उदाहरणत 1531, 1607 और 1682 के धूमकेतुओ की कक्षाओ मे अद्भुत समानता थी। उसने यह भी नोट किया कि 1531 से 1607 मे 76 वर्ष का अन्तराल है जबकि 1607 से 1682 मे 75 वर्ष का। क्या यह सम्भव है कि ये तीन धूमकेतु वास्तव मे वही एक ही धूमकेतु हो—सूर्य के चारो तरफ लम्बे खीचे हुए दीर्घवृत्ताकार कक्षा मे घूमती हुई वस्तु जिसे सूर्य के चारो तरफ चक्कर लगाने मे 76 वर्ष लगे? अपनी सूची को देखते हुए उसने पाया कि 1456 मे 1531 के धूमकेतु से 75 वर्ष पूर्व एक दीप्तिमान धूमकेतु दिखाई दिया था। इस तिथि से इस धूमकेतु की पृथ्वी के सान्निध्य मे बहुत पहले की उपस्थिति प्राप्त हुई। किन्तु चक्कर लगाने का आवर्ती समय कभी 75 वर्ष और कभी 76 वर्ष क्यो है?

हैली ने शीघ्र ही जान लिया कि आवर्ती समय का परिवर्तन बडे ग्रहो बृहस्पति और शनि की गुरुत्वाकर्षण क्रिया के कारण होता है। यदि धूमकेतु इनमे से किसी भी ग्रह के निकट से गुजरता है तो उसकी कक्षा मे हल्का सा परिवर्तन होता है जिससे उसके घूमने का आवर्ती काल अधिक या कम हो जाता है। कितना परिवर्तन होने पर धूमकेतु 76 वर्ष का आवर्ती समय लेगा, हैली इसकी गणना न कर सका। चूकि अन्तिम बार वह 1682 मे दिखाई पडा था, उसने प्रवचन किया कि अब वह 1758 मे वापिस लौटेगा। वह जानता था कि वह उसे लौटता हुआ देखने के लिए जीवित नहीं रहेगा, इसलिए उसने उन व्यक्तियो से जो उसे देखेंगे कहा, "इसे स्वीकार करें कि यह प्रवचन सबसे पूर्व एक अंग्रेज ने किया था।"

हैली अपनी सफल जीवन-वृत्ति मे निरन्तर सलग्न रहा और जीवन के अन्तिम दिनो तक क्रियाशील रहा। 1716 मे उसने पुन धूमकेतु-कक्षा की समस्याओं मे रुचि लेते हुए बताया कि जो धूमकेतु सन् 1378 मे दिखाई पडा था वह उसके धूमकेतु के पूर्वागमन की तिथि हो सकती है।

सहृदय, दयालु और लोकप्रिय इस व्यक्ति की मृत्यु उसके धूमकेतु के लौटने से सोलह वर्ष पूर्व सन् 1742 मे छियासी वर्ष की आयु मे हुई। अनेक विज्ञानो मे उसके मूल्यवान सहयोग ने उसके अनुयायियों को, शोध-

कार्य के लिए प्रेरित किया।

महान गणितज्ञ क्लेरॉट ने, जब उसके धूमकेतु के पुनरागमन का समय निकट आ गया, उसकी परिसूर्यक पर पहुँचने की सही तिथि की सगणना प्रारम्भ कर दी। यह मानकर कि यह वही धूमकेतु है जो 1531, 1607 और 1682 मे प्रकट हुआ था, वृहस्पति और शनि के गुरुत्वाकर्षण का आकर्षण उसके मध्यान्तर वर्षो की कमी या बढोतरी का कारण होने से यह विराम 76 वर्ष से अधिक या 75 वर्ष से कम भी हो सकता है अर्थात् वह पहले भी, 1757 मे, प्रकट हो सकता है।

अनुकलन करने का मात्र एक ही ढग था 1607 की कक्षा से लेकर 1682 मे उसके आखिरी बार प्रकट होने की तिथि से आगे उसकी प्रगति के छोटे-छोटे और क्रमबद्ध अन्तरालो की सगणना करना। प्रत्येक अन्तराल के प्रारम्भ मे दो बड़े प्रचड ग्रहो की वजह से स्थिति-परिवर्तन का अनुकलन किया जाता जिससे आगामी अन्तराल पर धूमकेतु की स्थिति ज्ञात हो जाती। इससे अत्यधिक सगणना करनी पडती। क्लेरॉट त्वरा से कार्य-सलग्न रहा हमेशा यह सोचते हुए कि कही धूमकेतु घोषित तिथि से पूर्व ही प्रकट न हो जाए। उसके इस कार्य मे प्रतिभाशाली गणितज्ञ मसे लेपॉते ने भी सहयोग दिया। खाने का समय निकालने के अतिरिक्त वे दिन-प्रतिदिन सगणना करने म व्यस्त रहे, 1758 की शरद् ऋतु मे वे इसका हल प्राप्त कर सके।

प्रचड ग्रहो के आकर्षण के कारण इस परिभ्रमण मे पूर्वपरिभ्रमण से धूमकेतु 600 दिन अधिक लेगा और देर से प्रकट होगा। अपनी कक्षा मे सूर्य के अत्यधिक सन्निकट अप्रैल 1759 मे एक माह पूर्व या बाद म पहुँचेगा।

किन्तु वास्तव मे सबसे पहले यह एक नए ज्योतिर्विद द्वारा क्रिसमस के निकट 1758 के क्रिसमस दिन पर देखा गया। सूर्य के आस-पास झूलते हुए अन्तरिक्ष का यह अतिथि अपने परिसूर्यक पर मार्च 1759 मे पहुँच गया था और सौर परिवार के सुदूर घन अधकार मे विलुप्त होने से पूर्व जून तक दिखाई देता रहा।

हैली की इस पूर्वधारणा की पुष्टि हो गयी और इससे न्यूटनीय विचार की नयी विजय की स्थापना हुई। तब से धूमकेतुओ को भी गुरुत्वाकर्षण नियमाधीन माना जाने लगा। वे अब भी अन्तरिक्ष के पार तेजी से

चमकते हुए दिखाई देते है, केवल अनभिज्ञ और अंधविश्वासी ही उन्हे भय का द्योतक मानते है ।

अब ज्योतिर्विद् इन आकाशीय अतिथियो के सम्बन्ध मे अधिक जानकारी रखते हैं। स्पेक्ट्रोस्कोप (Spectroscope) एक ऐसा यन्त्र है जिससे तारो और धूमकेतुओ से विकरित प्रकाश की जाच की सकती है और वह किस वस्तु से निर्मित हुए हैं यह मालूम किया जा सकता है । धूमकेतु, बर्फ मे बन्द जमी हुई सम्पिण्डित चट्टानो और धूल के कणो, नोकदार पत्थरो द्वारा निर्मित लगते हैं। जैसे ही धूमकेतु सूर्य के निकट पहुँचता है, तीखा सौर विकिरण बर्फ को पिघला देता है जिससे धूल और गैस की चमकदार पूछ धूमकेतु के प्रमुख भाग से प्रवाहित होने लगती है । धूमकेतु सूर्य के चारो ओर जब झूलता है और अपने पडोस को छोडता है तब विकिरण दबाव के कारण धूमकेतु से दूर धकेली हुई पूछ उसका मार्गदर्शन करती है । धीरे-धीरे वह समाप्त हो जाती है क्योकि धूमकेतु अन्तरिक्ष की गहराई मे विलुप्त होता जाता है और बर्फ एक बार फिर चट्टानो के टुकडो को बन्दी बना लेती है । ऐसी प्रक्रियाएँ आज बहुत अच्छी तरह समझी जाती है फिर भी देदीप्यमान धूमकेतु का प्रत्यक्षीकरण मनुष्य को विस्मय से भर देता है ।

1758 मे धूमकेतु के वापिस लौटने की प्रथम पूर्वघोषणा के पश्चात् यह पृथ्वी के सान्निध्य मे 1835 और 1910 मे दो बार पुनरागमन कर चुका है । महान वैज्ञानिक और न्यूटन के मित्र एडमड हैली की स्मृति दिलाते हुए, दोनो अवसरो पर इसने मनुष्य जाति के ध्यान को अपनी ओर केंद्रित कर लिया । अब यह 1986 मे फिर दिखाई देगा और निश्चय ही यह दृश्य प्रतीक्षा करने योग्य है ।

चौथा अध्याय

उड़ती पताका का रहस्य

धूमकेतु भी नियम और व्यवस्था के अन्तर्गत आते हैं। इस तथ्य का ज्ञान होने पर ज्योतिर्विदो को निश्चय हो गया कि उनकी सौर परिवार की कल्पना मूलत सही है। न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियमानुसार, ग्रह सूर्य के चारो ओर परिभ्रमण करते हैं, चन्द्रमा पृथ्वी के चारो तरफ घूमता है और अन्य चन्द्रमा अपने ग्रहो के इर्द-गिर्द इसी सर्वव्यापी नियमानुसार घूमते हैं, यहाँ तक कि धूमकेतु भी इसी नियम के अधीन थे। निस्सदेह ग्रहो और चन्द्रमा की गति मे कुछ लघु दोलन और तरगें थी जिनका न्यूटनीय विज्ञान के गणितीय प्रयोग से अभी तक स्पष्टीकरण नही हुआ था जिस वजह से कुछ स्तभित करने वाली समस्याएँ भी उठ खडी हुई जिनका अभी तक कोई हल नही प्राप्त हुआ था। फिर भी साधारणत यह सोचा जाता था कि सौर परिवार का रहस्यान्वेषण करने का ढग प्राप्त हो गया है। अज्ञान के शत्रु को मात दे दी गयी है, अब सभी कुछ स्पष्ट करने के लिए मात्र अत्यधिक परिश्रम से लम्बी अवधि तक कार्य करने की आवश्यकता है।

अपनी इस विशिष्ट समस्या द्वारा विमूढ करते हुए, शताब्दियो से चमकते तारे हमेशा की भाँति निर्मलता से चमकते रहे। आगामी शताब्दी मे इस समस्या की ओर मनुष्य का ध्यान तीव्रता से आकर्षित हुआ।

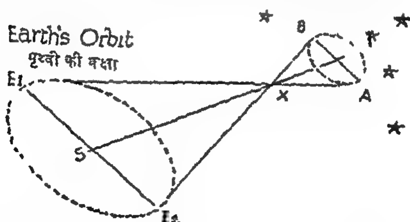
पृथ्वी को केन्द्र मानकर सूर्य, चन्द्रमा और ग्रहो को उसका परिभ्रमण करता हुआ मान लेने से यह समस्या नही उठती थी, किन्तु यह मानने से कि पृथ्वी अपनी कक्षा में सूर्य के चारो ओर घूमती है यह समस्या उठ खडी होती थी। समस्या तारकीय लम्बन के प्रत्यक्षत न होने की थी।

अपने हाथ की एक उगली ऊँची करके अपने चेहरे से अठारह इच की दूरी पर रखें। अपनी एक आँख बन्द करके अपनी उगली को तब तक घुमाएँ जब तक दीवार की कोई वस्तु जैसे कोई फोटो या स्विच, उसके द्वारा

छिप न जाए। अब खुली आँख को बन्द कर लें और बन्द आँख को खोल दें, उगली हटी हुई मालूम होती है। वास्तव में यह प्रतीयमान हटाव दृष्टि विचलन के कारण होता है।

अब इसी प्रयोग को उगली को चेहरे से आठ इच की दूरी पर रखकर करें। अब यह प्रतीयमान हटाव बड़ा हो जाता है, इससे सिद्ध हुआ कि उगली जितनी दूरी पर होगी, लम्बनीय हटाव (जैसा इसे कहते हैं) कम होगा। दरअसल मे व्यक्ति के घूमने पर लम्बनीय हटाव केवल निकट की वस्तुओ मे होता है। उदाहरणत झूले या सी सॉ या चक्करी पर से किसी भी व्यक्ति को अपने पडौस के लोगो या वृक्षो को अवलोकित करने से, वे सुदूर के पहाडो की पृष्ठभूमि मे ऊपर-नीचे या इधर-उधर होते प्रतीत होते हैं।

कोपरनीय सूय-केन्द्रित विश्व के विरोधियो द्वारा यह बहुत पहले ही इगित किया जा चुका था कि यदि पृथ्वी प्रत्येक वर्ष अपनी कक्षा के उसी भाग का प्रत्यागमन करती हुई सूर्य के चारो ओर परिक्रमण करती है तो मनुष्य को सन्निकट के अनुमेय चमकदार तारे, अधम और दूर के तारों की अपेक्षा अपनी स्थिति परिवर्तित करते दिखाई देने चाहिएँ। चित्र मे सूय के चारो ओर अपनी कक्षा मे परिभ्रमित पृथ्वी की गति E_1 से E_2 तक के विपरीत



निकट का तारा, सुदूर के तारो की पृष्ठभूमि मे छोटा-सा दीर्घवृत्त खींचने का आभास देगा। इस विशिष्ट तारे द्वारा अंकित वक्र पृथ्वी की दीर्घवृत्ताकार कक्षा की स्थिति की तुलना मे इस तारे की दिशा पर निर्भर करता है।

यदि तारा बाह्य तल पर है तो वह सीधी रेखा में आगे-पीछे झूलेगा, यदि वह सूर्य के मध्य से खींचे गए दीर्घाकार तल पर लम्ब रेखा की दिशा में है तो वह अन्य तारों की अचल पृष्ठभूमि पर वृत्त खींचने का आभास देगा। अन्य किसी दिशा में स्थित तारे के वक्र का आकार दीर्घवृत्त होगा। इन सभी अवस्थाओं में सम्पूर्ण दोलन की अवधि एक वर्ष होगी, चूंकि पृथ्वी उसी स्थिति में पुनः वर्ष के प्रारम्भ में आएगी।

सत्रहवीं शताब्दी के अन्त और अठारहवीं शताब्दी के प्रारम्भ में उत्कृष्ट ढंग से निर्मित दूरदर्शकों द्वारा तारकीय स्थिति अचूक ढंग से मापी जा सकती थी, जबकि अभी तक तारों की लम्बन गति को अवलक्षित नहीं किया गया था। ये माप इतने सत्य होते कि आधे मील की दूरी पर आधी पेनी द्वारा निर्मित कोण को माप सकना सम्भव था।

इसका एक उत्तर यह भी हो सकता था कि तारे अत्यधिक दूर थे, इतने अधिक कि सबसे निकट के तारे की दूरी की तुलना में सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की कक्षा का व्यास बहुत नगण्य था। वास्तव में प्रतीयमान हटाव इतना कम होता कि उसे ज्ञात करना मुश्किल था। निस्संदेह इससे यही व्यक्त होता था, चाहे सौर परिवार का तारकीय विश्व से विस्मयीभूत कर देने वाले शून्य जितना अन्तराल मानव-जाति के लिए सहज ग्राह्य न था। मध्ययुगीन सौर परिवार के सबसे बाहरी ग्रह से इतनी दूर न होने वाले स्फटिक, तारों जड़े गोले की सुखकर, सांत्वनाप्रद अवधारणा छोड़नी कठिन थी। निरन्तर उत्कृष्टता प्राप्त करते दूरदर्शकों द्वारा देदीप्यमान तारों के भी तारकीय लम्बन को ज्ञात करने की असफलता ने तारकीय विश्व की अन्तरीय सीमा को व्यापक और व्यापकतर आयाम दे दिए, जिसकी वजह से तारकीय लम्बन की समस्या ज्योतिर्विदों के लिए अपरिहार्य बन गयी। न्यूटनीय गुरुत्वाकर्षण द्वारा अभूतपूर्व सफलता से सूर्य, ग्रहों और चन्द्रमाओं के सौर-केन्द्रित विश्व की दी गयी व्याख्या के पश्चात् पृथ्वी-केन्द्रित विश्व तक वापिस लौटना, जहाँ तारकीय लम्बन जैसी कोई समस्या न थी, असम्भव था। इसलिए दशाब्दी पश्चात् दशाब्दी तक, यह दिव्य-परिवार का गुप्त रहस्य रहा।

इसका समाधान प्राप्त हो सकने के आशाप्रद चिह्न 1718 में लक्षित

हुए। एडमड हैली, पुराने ज्योतिर्विदो हिपार्कस और टालमी द्वारा ज्ञात तारा-स्थितियो की तुलना आधुनिक निरीक्षण द्वारा ज्ञात तारो की एक-दूसरे से सम्बद्ध स्थितियो से कर रहा था। पहला निरीक्षण 140 B C मे किया गया था जबकि दूसरा, दूसरी शताब्दी A D मे।

हैली ने नोट किया कि निरीक्षण-त्रुटियो को छोड देने के पश्चात् भी देदीप्यमान तारो आर्क्टूरस, प्रोसिऑन, और सिरियस की स्थितियाँ उनकी डेढ हज़ार वर्ष पूर्वस्थितियो से भिन्न हैं। परिवर्तन कम था, लेकिन निश्चित था और हैली ने घोषणा की कि मात्र यही 'अचल' कहलवाने वाले तारे ही अन्तरिक्ष मे अपने वेग से नही परिभ्रमण कर रहे बल्कि प्रत्येक तारे के गतिशील दिखने की सभावना है यदि उसे लम्बी अवधि तक पर्यवेक्षित किया जाए।

पृथ्वी द्वारा सूर्य के चारो ओर वार्षिक सवृत्त के कारण समीप के तारो म बहुत समय से अन्वेषित प्रतीयमान हटाव को प्राप्त करने की आशा में, हैली के इस अन्वेषण ने अन्य ज्योतिर्विदो को तारकीय माप लेने मे सलग्न रहने के लिए उत्साहित किया। इन ज्योतिर्विदो मे माननीय जेम्स ब्रैडले, वह व्यक्ति जिसकी नियति मे तारकीय लम्बन पर अपने कार्य द्वारा दो महत्वपूर्ण खोजें करना था, भी था। उसी वर्ष जब हैली ने ज्ञात किया कि कुछ तारो का व्यक्तिगत वेग है, ब्रैडले पच्चीस वर्ष की आयु मे रॉयल सोसायटी का सदस्य बन गया। तीन वर्ष पश्चात् उसे ऑक्सफोर्ड मे खगोल-विज्ञान का सेविलियन प्रोफेसर नियुक्त किया गया। इसी समय के लगभग उसने तारकीय लम्बन की समस्या पर गम्भीरतापूर्वक मनन करना प्रारम्भ कर दिया।

यह स्पष्ट था कि तारे का प्रतीयमान हटाव बहुत कम होगा अत जिस दूरदर्शक द्वारा निरीक्षण करना होता उसे अत्यन्त सावधानी से स्थित किया जाना। वास्तव मे दूरदर्शक को दृढता से एक ही स्थिति पर अचल रखा जाता। अपने मित्र सैमुएल मोलीनुक्स के साथ कार्य करते हुए ब्रैडले ने गामा ड्रैकोनीस तारा (ड्रगन तारा मडल मे तीसरा देदीप्यमान तारा) चुना। क्योंकि यह देदीप्यमान था, हो सकता है भाग्य से यह अपने पडौस मे धूमिल तारो की अपेक्षा अधिक सान्निध्य मे हो। इसके साथ ही नभ मे पार अपनी

रात्रि-यात्रा में, यह अपने परम अवलम्ब पर एकदम सिर के ऊपर पहुँच जाता। सीधे ऊपर की ओर इंगित करते दृढता से स्थित दूरदर्शक के क्षेत्र मे प्रत्येक रात्रि को यह तारा पदार्पण करता, उसे पार करता और दूसरी ओर विलुप्त हो जाता। दक्षिणी दिव्य ध्रुव से इसकी कोणीय दूरी मे कोई भी परिवर्तन, इसके क्षेत्र के पार इसके भाग के साधारण-से ऊँचे या नीचे होने से ज्ञात हो जाता।

एक पक्ष के पर्यवेक्षण के पश्चात् दिसम्बर 1725 मे ब्रैडले को महसूस हुआ कि मार्ग थोडा-सा उत्तर की तरफ विस्थापित हो गया है। मार्च तक गति की स्थिति यही रही, उसके पश्चात् उसमे व्यतिक्रम हो गया। सितम्बर मे आगामी विपर्यय हुआ, जिससे दिसम्बर मे तारा दूरदर्शक से पथ को पार करता हुआ अपनी मूल स्थिति पर आ गया। सम्पूर्ण विपर्यय परिधिखड के 40 सेकंड के लगभग था।

निस्सदेह ब्रैडले ने तारे की स्थिति मे अल्प वार्षिक हटाव ज्ञात कर लिया किन्तु इससे वह नितात भ्रमित व्यक्ति बन गया। उसे दिव्य गोले में तारों की अवस्थिति का ज्ञान था, यदि पृथ्वी द्वारा सूर्य के चारो ओर सवृत होने के कारण इसमे कोई प्रतीयमान हटाव दिखाई पडता है तो उसे सुदूर दक्षिण मे, दिसम्बर मे और सुदूर उत्तर मे, जून में विस्थापित होना चाहिए, अर्थात् प्रत्येक बार उसे पर्यवेक्षित तिथियो से तीन माह पूर्व इन स्थितियो पर होना चाहिए।

आगामी दो वर्षों मे, ब्रैडले ने आकाश के विभिन्न भागो मे अन्य तारो का निरीक्षण किया और पाया कि अपनी औसत स्थिति के पास उनमे भी कुछ वार्षिक गति प्रकट होती है। प्रत्येक स्थिति मे अधिकतम विस्थापन परिधिखड के चालीस सेकड के लगभग था, किन्तु इस गति को पृथ्वी की सूर्य के चारो ओर की गति का प्रतिबिम्ब नही माना जा सकता था। तारकीय गति की समय-तालिका और विस्थापनाभासी गति मे हमेशा तीन माह का अन्तर रहता जिसे ब्रैडले अभी तक ज्ञात नही कर पाया था।

ज्योतिर्विद् ने जैसे-जैसे एक के पश्चात् एक सभाव्य स्पष्टीकरण उसे सूझता उसका सावधानी से परीक्षण किया और उसे अस्वीकृत कर दिया। उसने इस सभावना तक विचार किया कि हो सकता है, पृथ्वी के घूमने की

कीली की गति आगे-पीछे होने वाली दोलन गति हो जिससे तारो की स्थिति परिवर्तित होती है। परन्तु यदि ऐसा होता तो आकाशीय ध्रुव के इस सिर हिलाने' या 'झुकाने' का इसकी दूसरी तरफ स्थित तारो पर विपरीत प्रभाव पडता, वास्तव मे यह स्थिति न थी। महीनो व्यतीत होने के साथ ब्रैडले की रहस्यान्वेषण की जिज्ञासा बढती गयी और हम यह कल्पना कर सकते है कि वह अपनी इस समस्या के सम्बन्ध मे इतनी गम्भीरता और तल्लीनता से मनन कर रहा था कि ज्योतिर्विज्ञान से बिल्कुल विभिन्न क्रियाओ मे निरत होने पर भी समस्या के उपादान चैतन्य मस्तिष्क के धरातल से बहुत नीचे नही रहते थे।

जैसा कि अक्सर इस अवस्था मे होता है, समस्या का समाधान किसी नगण्य घटना की तह मे छिपा मिलता है। ब्रैडले के साथ भी यही हुआ। इस विषय पर मनन करते हुए वह टेम्स नदी पर यात्रा पर जाने वाले एक दल मे मिल गया। जिस नौका मे ये लोग थे वह, वायु अनुसार अपना मार्ग बदलती हुई कुछ समय तक ऊपर-नीचे होती, चलती रही। ब्रैडले का ध्यान मस्तूल पर लगी हुई पताका की ओर आकर्षित हुआ। यह पताका वास्तव मे वायु की दिशा दिखाने का यन्त्र थी, जिससे नाविक वायु की दिशा का अनुमान लगाते थे। उसने नोट किया कि नौका का क्रम बदलने से यन्त्र मे भी परिवतन होता है जैसे कि वायु की दिशा परिवर्तित हुई हो। तीन या चार बार ऐसा हुआ। ज्योतिर्विद् ने इस प्रक्रिया की ओर नाविको का ध्यान खीचा। उन्होंने ऊपर की ओर देखा और उसे बताया कि पताका का दिशा परिवर्तन, वायु के दिशा-परिवर्तन की अपेक्षा नौका के मार्ग-परिवर्तन से हो रहा है, क्योकि पताका का दिशा-निर्धारण वायु-वेग और नौका-वेग, जिसके साथ वह इस समय अग्रसर हो रही है, होता है।

अकस्मात् ही ब्रैडले को नाविको के कथन की महत्ता ज्ञात हुई।

उसने सोचा, वायु के स्थान पर तारेसे विकीर्ण प्रकाश को रख दिया जाए, नौका के स्थान पर सूय के चारो ओर चक्कर लगाती पृथ्वी को, नौका के व्यतिक्रमित मार्ग के स्थान पर यदि वृत्ताकार कक्षा मे पृथ्वी की निरन्तर दिशा-परिवर्तित करती गति को रखा जाए, तो पताका की दिशा प्रत्यक्ष रूप से वह दिशा है जिससे तारा दिखाई देता है—वह दिशा जो तारे से विकीर्ण



बडले का ध्यान मस्तूल पर लगी पताका की ओर आकर्षित हुआ।

प्रकाश की गति और अपनी कक्षा मे पृथ्वी की गति पर निर्भर है ।

तत्पश्चात् ब्रैडले ने लिखा, "अन्त मे मैंने अनुमान लगाया कि ये सब व्यापार जिनका यहाँ जिक्र किया गया है प्रकाश की बढती हुई गति एव अपनी कक्षा मे पृथ्वी की वार्षिक गति से प्रवृत होते हैं, क्योकि मैंने देखा यदि प्रकाश का विस्तार समय मे होता है, तो स्थित वस्तु का प्रतीयमान स्थान आँख के स्थिर होने पर वही नही होगा जो उसके आँख और वस्तु से पार करती रेखा की अपेक्षा किसी अन्य दिशा मे गतिमान होने पर होगा, और जब आँख विभिन्न दिशाओ मे घूमेगी तब वस्तु का प्रतीयमान स्थान भिन्न होगा ।"

शेष यात्रा मे ब्रैडले अपने सहयात्रियो के लिए अच्छा साथी न रहा होगा क्योकि उसने अपनी खोज की महत्ता की गवेषणा करनी प्रारम्भ कर दी जिसे आज खगोल-विज्ञान मे तारकीय विपथन कहते हैं। तीन माह के अन्तराल का स्पष्टीकरण और काफी समय से अन्वेषित लम्बन हटाव का समाधान अब उसे भासित हो गया ।

प्रकाश-वेग और अपनी कक्षा मे पृथ्वी-वेग के मिल जाने के कारण ज्योतिर्विद का दूरदर्शक तारे की यथार्थ दिशा से आवेक्षक के यात्रा करने की दिशा मे थोडा-सा हट जाएगा, जिससे गतिमान दूरदर्शक की सतह से प्रकाश भीतर उसके तल पर पहुँचेगा जहाँ आँख स्थित होगी । हम अपने प्रतिदिन के जीवन मे इसके एक बहुत अच्छे उदाहरण से परिचित है। यदि हम रेल के डिब्बे मे हैं और बाहर वर्षा हो रही हो तो हम देखते हैं कि वर्षा की बूँदें, गाडी के स्थिर होने पर, खिडकी से सीधे नीचे की तरफ बहती हैं, परन्तु जब गाडी चलने लगती है और गति पकड लेती है, तब वर्षा की बूँदों का मार्ग तिरछा हो जाता है और भासित होता है कि वह ऊपर की दिशा और गाडी के चलने की दिशा से आ रही है ।

लम्बन हटाव की स्थिति मे, हटाव हमेशा सूय की दिशा की तरफ होगा । पृथ्वी प्रत्येक समय रेडियस वेक्टर, जो उसे सूय से सम्बद्ध करता है, के समकोण पर गतिमान होती है, इसलिए वास्तव मे वेग-दैशिक की दिशा सदैव, जहाँ रेडियस वेक्टर की दिशा तीन माह पश्चात् होगी, उसके समानान्तर होगी । इस वजह से हटाव का विपथन प्रतिरूप लम्बन प्रतिरूप

से तीन माह पूर्व घटित होता है।

प्रकाश सीमित गति से यात्रा करता है, जेम्स ब्रैडले को यह तथ्य सुविदित था और वह अन्दाजन उसकी यात्रा-गति भी जानता था।

ब्रैडले के मामा ड्रेकोनोस के लम्बन को मापने के प्रयास से आधी शताब्दी पूर्व एक ज्योतिर्विद् रोमर ने बृहद् बृहस्पति ग्रह के उपग्रहों के ग्रहण-समय में अजीब परिवर्तन लक्षित किए थे। गैलीलियो ने भी बहुत-सी रात्रियों में आवेक्षित किया था कि बहुत-से उपग्रह बृहस्पति की बृहद् प्रतिच्छाया में विलुप्त हो जाते हैं और सुझाया था कि ग्रहण-समय की तालिकाएं निर्मित कर उन्हें जहाजों के लम्बन खोजने के लिए, खगोल-विज्ञान की घड़ियों के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है। इन उपग्रहों का बहुत सतर्कता से निरीक्षण करने पर रोमर ने पाया कि ग्रहण बिल्कुल एक-जैसे समय-अन्तरालों पर नहीं लगता। चारों उपग्रहों के ग्रहण कभी जल्दी लगते थे, कभी देर से। उसने यह भी आवेक्षित किया कि वह जितनी देरी से या जल्दी लगते हैं, वह बृहस्पति और पृथ्वी की स्थितियों पर निर्भर करता है। बृहस्पति के पृथ्वी के निकट होने पर ग्रहण जल्दी लगता था और बृहस्पति और पृथ्वी के सूर्य की विपरीत दिशा पर होने से, देर से। रोमर ने सही निष्कर्ष निकाला कि यह व्यतिक्रम प्रकाश के कारण है जो एक खास गति से यात्रा करता है, वह अन्तरिक्ष पार करने में समय लेता है और जल्दी या देरी से लगने वाले ग्रहण का समय वह समय है जो प्रकाश पृथ्वी-कक्षा के व्यास को पार करने में लेता है। समय और दूरी जानते हुए रोमर ने प्रकाश की गति 190,000 मील प्रति सेकंड परिगणित की, जिसमें और आधुनिक मान 186,000 मील प्रति सेकंड में बहुत बड़ा वैषम्य नहीं है।

रोमर का निष्कर्ष साधारणतः उसके सहयोगी ज्योतिर्विदों को स्वीकृत न था, किन्तु ब्रैडले ने देखा इससे तारकीय स्थितियों के वार्षिक हटाव का, जिन्हें वह माप रहा था, स्पष्टीकरण हो जाता है। उसे ज्ञात था कि पृथ्वी की गति अपनी कक्षा में 18 मील प्रति सेकंड है, इससे वह दूरदर्शक को कितना आगे (अर्थात् पृथ्वी की गति की दिशा में) करे ताकि तारा दूरदर्शक के क्षेत्र के मध्य में रह सके। वह इस कोण की सगणना कर सका। सतुष्ट होते हुए उसने पाया कि सगणित कोण और पर्यवेक्षित मान में समानता है।

तारकीय लम्बन को मापने के प्रयास मे, ब्रैडले, सौर-केन्द्रित सिद्धान्त के प्रतिरोध मे प्रमुख आरोप को समाप्त करने का प्रयत्न कर रहा था। वह लम्बन खोजने मे असमर्थ रहा, किन्तु उसके तारकीय विपथन के अन्वेषण ने, पृथ्वी की सूर्य के चारो तरफ गति के सम्बन्ध मे विलक्षण प्रमाण प्रस्तुत कर दिया, जैसी कि सूर्य-केन्द्रित न्यूटनीय विज्ञान की माँग थी। ब्रैडले से कम सतर्क और चैतन्य बहुत-से व्यक्ति, अपनी इस उपलब्धि से परितुष्ट हो जाते, किन्तु ब्रैडले ने अपने अनुसन्धान के मूल लक्ष्य को अपने समक्ष रखा।

उसे ज्ञात था कि तारे का कोई भी लम्बनीय विस्थापन परिधिखंड के दो सैकड से कम होगा, विपथन के कारण पर्यवेक्षित हटाव और अनुकलित हटाव मे अत्यधिक समानता थी। 1729 मे उसने प्रायोगिक ढंग से लिखा, "मुझे इसी ढंग की झुकने मे लघु विभिन्नताएँ अन्य तारो मे भी प्राप्त हुई जो उसी कारण (विपथन के) नही उत्पन्न होती किन्तु चाहे ये छोटे-छोटे विपर्यय किसी नियमित कारण से या मेरे यन्त्रो के पदार्थ-परिवर्तन इत्यादि से घटित होते हैं, इसका निर्णय मैं अभी तक नही कर पाया।"

पर्यवेक्षण और परिकलन के बीच इस लघु अन्तर के कारण ब्रैडले ने उन्नीस वर्ष के सतर्क कार्य के पश्चात् दूसरी महत्वपूर्ण खोज की। विस्थापनाएँ बढी और घटी, एक वर्ष की अवधि मे नही, बल्कि उन्नीस वर्ष की अवधि मे, ब्रैडले ने इसकी व्याख्या, पृथ्वी के घूमने की कीली के बहुत कम इधर-उधर होने को कहकर की। जैसा कि हम पहले देख चुके हैं पृथ्वी की कीली के हिलने की प्रक्रिया का, उसने मूलत विशालकाय तारकीय दोलन क्रिया से सम्बन्धित कर, स्पष्टीकरण किया था, जिसे अब वह प्रकाश-वेग के सीमित होने के कारण मानता था। इतने दिनो के पश्चात् वह अनुमान कर सका कि हिलना (nutation) इन अवशेष अल्प गतियो का तुष्टिजनक स्पष्टीकरण हो सकता है। पृथ्वी के घूमने की कीली इस ढग से क्यो हिलती है, यह समस्या शेष थी।

पुन जेम्स ब्रैडले ने अपनी क्षमता का प्रमाण दिया। वार्षिक तारकीय गतियाँ प्रकाश-वेग और पृथ्वी की अपनी कक्षा मे वेग के कारण होती हैं, इसका अन्वेषण और स्पष्टीकरण करने के पश्चात् उसने नयी लघु और देर तक रहने वाली गतियो का, जिनको उसने कठिनता से मापा था, भी

स्पष्टीकरण कर दिया।

उसने कहा कि उसे सन्देह था कि पृथ्वी के भूमध्यरेखीय उभार पर चन्द्रमा की प्रतिक्रिया से ये प्रयास निष्पक्ष हो सकते हैं। पृथ्वी के इर्द-गिर्द चन्द्रमा की कक्षा का धरातल निरन्तर अपनी स्थिति परिवर्तित करता रहता है, जिससे कभी-कभी यह अन्य समय की अपेक्षा पृथ्वी के भूमध्यरेखीय तल पर दस डिग्री से अधिक भुका हुआ होता है। परन्तु सर आइजक न्यूटन की व्याख्यानुसार अयन गति (पृथ्वी के घूमने की धुरी की धीमी शकुंच गति) पृथ्वी के भूमध्यरेखीय उभार पर सूर्य एव चन्द्रमा की प्रतिक्रियाओं के कारण होती है। इसलिए यह तर्क-सम्मत निष्कर्ष था कि चन्द्रमा के कारण इस क्रिया की शक्ति विभिन्न वर्षों मे, इसकी कक्षा के धरातल के कारण बदल जाएगी।

ब्रैडले ने लक्षित किया कि उन्नीस वर्ष की अवधि, वह अवधि है, जिसमे चन्द्रमा की कक्षा का धरातल एक सम्पूर्ण चक्कर काटता है। 1748 के प्रारम्भ मे अपने निष्कर्षों को प्रकाशित करवाने से पूर्व ब्रैडले ने अविश्वसनीय सहनशीलता और सजगता से पूरे उन्नीस वर्ष के सम्पूर्ण वार्षिक वृत का प्रेक्षण किया।

1742 मे ब्रैडले इंगलैंड का तीसरा रॉयल ज्योतिर्विद् बना। अपने सम्पूर्ण जीवन मे, उसने पर्यवेक्षण मे सहनशीलता और परिश्रम के अतिरिक्त अपने दूरदर्शक को सटीक स्थान पर स्थित करने की विशिष्टता दिखाई। उसने अपने यन्त्रो की त्रुटियो को परखा और उन्हें स्वीकृति भी दी। इसलिए इसमें कोई विस्मय की बात नही है कि वह अपने सहयोगियो द्वारा अज्ञात लघु प्रभावो को ढूढ और माप लेता था। और यह प्रशसनीय है कि उसने न केवल उन्हे ज्ञात किया बल्कि उनका स्पष्टीकरण भी दिया।

ग्रीनविच ऑब्जरवेटरी पर साठ हजार से भी अधिक अन्वेषण ब्रैडले द्वारा किए गए। महान जर्मन ज्योतिर्विद् बेसल द्वारा एकत्रित किए गए ये पर्यवेक्षण हमे अठारहवी शताब्दी के मध्य की अत्यन्त प्रामाणिक तारकीय स्थितियो की व्यवस्था देते हैं। वास्तव में, यह वह कार्य नहीं जिसके कारण जेम्स ब्रैडले का स्मरण किया जाता है, उसका नाम तारकीय विपथन और पृथ्वी के हिलने (nutation) के प्रतिभाशाली अन्वेषणो से सदैव सम्बन्धित किया जाता है जो न्यूटनीय विज्ञान भवन के दो और स्तम्भ बन गए।

पांचवां अध्याय

एक नए ग्रह की खोज

तोपो से निकलते धुएँ ने युद्ध-क्षेत्र को आच्छादित कर दिया और बदूक की गोलियाँ युवा हैनोवेरियन बडमैन, फ्रेडरिक विलहेल्म हर्शेल के सिर के ऊपर से गुजरने लगी। सन् 1757 के इस व्यवस्थित आन्दोलन मे, जिसके कारण हस्तनबेक मे यह युद्ध हुआ, उस व्यक्ति ने जिसे ससार का विशिष्ट प्रेक्षक, ज्योतिर्विद् और एक विश्व का अन्वेषक होना था अपनी रात्रियाँ गीली खाइयो और मैदानो मे सोकर व्यतीत की। युद्ध मे असफल होने पर पराजित हैनोवेरियन दस्ते वापिस लौट रहे थे। अपने पिता के सुझावानुसार, फ्रेडरिक किसी को ज्ञात होने से पूर्व खिसक गया। जब विजयी फ्रासीसियो ने हैनोवेर पर कब्जा किया उस समय वह हैम्बग पहुँच चुका था। वहाँ से वह इगलड की ओर अग्रसर हुआ जहाँ उसने अपना नाम विलियम हर्शेल, जिस नाम से उसका स्मरण किया जाता है, रखा और सिवाय कुछ समय को छोडकर, काय करते हुए अपना सम्पूण जीवन व्यतीत किया।

विलियम हर्शेल की कहानी एक प्रतिभासम्पन्न व्यक्ति की कहानी है, जो प्रतीयमान रूप से अपने सही व्यवसाय का चुनाव कर उसमे विशिष्ट सिद्ध होने पर भी बिल्कुल विपरीत प्रकृति की हॉबी खोज लेता है और उसकी तरफ विस्मयकारी रूप से उन्मुख हो उसके लिए प्रत्येक वस्तु का त्याग कर देता है, उसे अपनी सम्पूर्ण जिन्दगी समर्पित कर देता है, उसमे इतनी महत्तर वस्तुएँ उपलब्ध करता है जितनी उसने अपने परित्यक्त व्यवसाय मे भी प्राप्त नही की थी।

विलियम, हैनोवेरियन फुटगाड के बड मे, एक निपुण सगीतज्ञ खगोल-विज्ञान एव विभिन्न विषयो मे रुचि लेने वाले आइजक हर्शेल के बालको मे से था। चाहे विलियम का पिता अपने बच्चो को व्यापक शिक्षा देने के लिए गरीब था किन्तु उसने उन्हे दिमागी वस्तुओ का रसास्वाद करना

और अपनी कल्पना शक्ति का उपयोग करना सिखाया।

समयानुसार छोटा हर्शेल गार्ड मे बैंडमैन बन गया। सगीत मे रुचि लेने और उसमे सिद्धहस्त होने के बावजूद भी फौजी जीवन उसे चित्ताकर्षक नही लगा। हस्तनबेक के अनुभवो से उसके विचारो मे कोई परिवर्तन नहीं हुआ। इसके पश्चात् दो वर्ष तक इगलैंड मे डरहम मिलिशिया का निर्देशक रहने के अतिरिक्त उसका सेना से कोई सम्बन्ध नही रहा। इस अवधि मे वह व्यक्तिगत रूप से सगीत-शिक्षा देता रहा और सगीतज्ञ के रूप मे सगीत-आयोजनो म भाग लेना स्वीकार करता रहा। अपने दायित्व को पूर्ण करने के लिए वह अक्सर सब तरह के मौसम मे घोडे की पीठ पर पचास मील एक दिन मे सवारी करता।

वह लेखक के रूप मे भी सुविदित होने लगा और थोडी ही अवधि मे, जून 1760 से जनवरी 1761 तक उसने सात सिम्फनियाँ लिखी जोकि कोई साधारण कार्य नहीं था। मनोरजन के लिए वह दार्शनिको की पुस्तको एव गणित का अध्ययन करता।

हैनोवर मे कुछ समय के लिए परिवार के पास रहने के पश्चात् वह वापिस इगलड लौट आया, उसकी ख्याति अध्यापक, सगीतज्ञ और सगीत-लेखक के रूप में वृद्धि कर रही थी। 1766 मे उसने बाथ मे नए और फैशनेबल ओक्टागन चैपल मे आर्गनिस्ट का पद स्वीकार किया। अपने आकर्षक और प्रभावान व्यक्तित्व के कारण वह लोकप्रिय था, सफलता उसकी चेरी थी और वह सौभाग्यशाली था। कोई भी कल्पना कर सकता था कि उसका भविष्य बन गया है और यदि कभी उसका स्मरण किया गया तो सगीत मे उसके योगदान के लिए किया जाएगा। जबकि उसका जीवन-कार्य अभी प्रारम्भ होना था।

इस समय वह तल्लीनता से गणित का अध्ययन कर रहा था। उसने जिन पुस्तको का अध्ययन किया उनमे कैम्ब्रिज मे खगोल-विज्ञान के प्रोफेसर रॉबर्ट स्मिथ द्वारा लिखित 'हारमोनिक्स' एव 'ए कम्प्लीट सिस्टम ऑफ ऑपटिक्स' भी थी। उसने लेलैंड के 'खगोल-विज्ञान' का अध्ययन भी किया जब कि सन् 1766 की उसकी डायरी मे 19 फरवरी को शुक्रग्रह और 24 फरवरी को चन्द्र-ग्रहण का प्रेक्षण करने के प्रमाण प्राप्त होते हैं।

1772 मे हैनोवर से, विलियम की बहन कैरोलाइन बाथ मे उसका घर सभालने के लिए आ गयी। पूर्ण रूप से अपने भाई पर अनुरक्त और निष्ठाशील कैरोलाइन खगोल-विज्ञान के भविष्य के अनुसन्धानो मे उसकी अमूल्य सहयोगिनी बन गयी। लगभग आठ धूमकेतुओ को ज्ञात कर और ज्योतिर्विज्ञान मे अन्य उपयोगी काय कर अपनी क्षमतानुसार वह प्रसिद्ध ज्योतिर्विद बनी, किन्तु उसका प्रधान काय विलियम हर्शेल की सेक्रेटरी, सहयोगी और गृहिणी का था। उसके सहयोग के बिना हर्शेल के इतने अधिक प्रेक्षणो और लेखो का आधा भी उपलब्ध कर पाना असम्भव था।

1773 के अन्त मे बाथ की शिशिर ऋतु मे अचानक ही एक ज्वालामुखी के फटने से, हर्शेल के जीवन मे व्यतिक्रम हो गया, निश्चय ही इस परिवर्तन के चिह्न पूर्वलक्षित होगे। उसने ज्योतिर्विज्ञान की पुस्तको मे, जिनका वह अध्ययन कर रहा था, लिखे रात्रि के आश्चर्यो को स्वय देखने का निश्चय किया। 1783 मे लिखित पत्र मे उसने कहा, "सिवाय अपनी आँखो से वह सब देखने के, जो दूसरो ने मुझसे पहले देखा है, मैंने कुछ भी विश्वास कर स्वीकृत न करने का निश्चय किया है।"

सबसे पहले उसने कुछ छोटे लेंस प्राप्त किए। खगोल-वैज्ञानिक दूरदर्शक मे लस को अभिदृश्यक कहते है जो पर्यवेक्षित वस्तु के प्रकाश को एकत्रित कर, उसका प्रतिबिम्ब लेंस के पीछे कुछ दूरी पर निर्मित करता है। इस दूरी को फोकस-दूरी कहते हैं और यह पाया गया कि लसो को घिसने से, ताकि उनकी विभिन्न आकृतियाँ बन जाएँ, विभिन्न फोकस-दूरिया उपलब्ध की जा सकती है। यह महत्वपूण है, क्योकि जितनी बडी फोकस-दूरी होगी, वस्तुदपण पर निर्मित प्रतिबिम्ब उतना बडा होगा। आरम्भ मे हर्शेल ने ट्यूब बनाकर लघु फोकस-दूरी वाले लेंसो से कुछ देदीप्यमान दिव्य वस्तुओ का प्रेक्षण किया। जैसे-जैसे वह लम्बी और लम्बी फोकस दूरियो की ओर अग्रसर होता गया, दूरदर्शक की ट्यूबें जिनसे वह उन्हे स्थित रखता था बढती गयी, यहाँ तक कि प्रयुक्त ट्यूबो मे एक पन्द्रह फुट लम्बी थी और दूसरी तीस फुट। उनको सभालना कठिन था। सितम्बर मे उसने 2-फुट का ग्रेगरियन परावतक दपण किराये पर लिया। यह लघु दूरदशक प्रयुक्त करने मे इतना सुविधाजनक था कि हर्शेल ने 5-फुट और 6-फुट के परावतक का दाम ज्ञात

करने के लिए लदन लिखा। यह ज्ञात होने पर कि इस माप के परावर्तक निर्मित नही किए जाते, उसे आश्चर्य हुआ। हर्शेल ने स्वय उनका निर्माण करने का निश्चय किया "   प्रकाश-विज्ञान पर डॉ स्मिथ की बहुचर्चित पुस्तक की सहायता से'।

आपको स्मरण होगा कि गैलीलियो और उसके उत्तराधिकारियो द्वारा प्रयुक्त वतन दूरदर्शक के लसो मे भयकर दोष थे और न्यूटन ने यह मानकर कि इनमे कभी भी सुधार सम्भव नही, पहले परावतन दूरदशक की रचना की और निर्माण किया, जहाँ मुख्य भाग मे लैस की अपेक्षा अवतल दपण का प्रयोग किया जाता। सही वक्रता प्राप्त करने के लिए इन दर्पणो को अत्यधिक सतर्कता से रगडा और पालिश किया जाता। दूरदशक के लिए 1773 के अत से पूव हर्शेल ने कितने ही दपणो को ढाला और पालिश कर लिया।

अपने सम्पूण कौशल और दृढ शक्ति से वह दूरदशक निर्माता और ज्योतिर्विद् की नवीन वृत्ति म तल्लीन हो गया और इसके पश्चात् सगीत-आयोजनो से इतर हर्शेल ने एक भी क्षण व्यथ नही गवाया। यथाथ मे उसका घर एक फैक्टरी बन गया। कैरोलाइन और उसका भाई अलेक्जेंडर, जो उसके साथ रह रहे थे, काय मे प्रवृत्त होने को विवश हुए। कैरोलाइन के सस्मरण इस कायापलट का विवरण देते है

"मैंने प्रत्येक कमरे को वर्कशाप मे रूपान्तरित होते देखा। सुचारु ढग से व्यवस्थित ड्राइग-रूम मे एक बढई ट्यूब और सभी भाति के स्टैण्ड बना रहा होता। अलेक्स घूमने वाली बृहदाकार मशीन बैडरूम म रख रहा होता। विश्राम करने का प्रत्येक क्षण उत्कठा से किसी भी कार्य को करने के लिए छीन लिया जाता   और उसके निरन्तर स्वय को आपत्ति मे डालने के अतिरिक्त बहुत-सी झालर (जो उस समय तक पुरानी पड चुकी थी) पिघले हुए पदार्थ इत्यादि द्वारा फट गयी और उनके चिथडे उड गए।"

उसके नीचे के कमरे म भट्टी और पिघलान का अग्निकुण्ड बनाने और 30-फुट के दूरदशक के दपण को ढालने का प्रयास करने से यह आपत्ति और भी अधिक बढ गयी। लगभग पाच सौ पौड धातु लगी, दपण उन दिनो स्पेक्यूलम से, जोकि ताब और राग का मिश्रण होता है, बनते थे और

गहरी पालिश लेते थे। सूक्ष्म चिकनी मिट्टी से निर्मित साँचे का उपयोग किया जाता जिसमें कोयला जलाकर उसे मस्त बनाया जाता। पहले पिघली धातु चुपचाप बहती रही, तत्पश्चात् दर्शकों को आतंकित करती हुई भट्टी पिघलने लगी। राख के छिद्र में गिरती हुई धातु शीघ्र ही फैल गयी। जब यह पत्थर के फर्श तक पहुँची, पत्थर के छोटे छोटे टुकड़े हवा में छिटक गए, गापनेल की गोलियों की भाँति ये टुकड़े छत तक ऊँचे उड़ रहे थे। दोनों भाई और कर्मचारी भागे, अन्त में हर्शेल गर्मी और थकान से टूटकर ईंटों के ढेर पर गिर गया। (चित्र पृष्ठ 62)

इस भाँति दूरदर्शक निर्माण का व्यावहारिक कार्य होता रहा। दर्पणों को ढालने, रगड़ने और पालिश करने का, वर्षों का अनुभव सघटित होता रहा, जब तक कि हर्शेल के दर्पण असंदिग्ध रूप से उस समय के सर्वोत्तम और बड़े दर्पण नहीं बन गए। कैरोलाइन हमें बताती है कि किस भाँति उसका भाई सोलह-सोलह घंटे अपने दर्पणों पर कठिन परिश्रम करते हुए व्यतीत कर देता कि "उसे जीवित रखने के लिए" वह "खाना खिलाने के लिए उसके मुख में खाने के टुकड़े रखने को विवश थी।" अन्य समय वह जोर-जोर से पढ़कर अपने भाई की क्लान्ति दूर करने का प्रयास करती।

हर्शेल के खगोल विज्ञान को अधिक से-अधिक समय देने से धीरे-धीरे सगीत आयोजनों और उसके शिष्यों की सख्या कम होती गयी। 1781 तक दो सौ 7-फुट, एक सौ पचास 10-फुट और अस्सी 20 फुट फोकस-दूरी वाले दर्पणों का निर्माण हो चुका था। इनमें से कई के दूरदर्शक बना दिए गए जो काफी बड़ी रकम पर बिके। उदाहरणत 25 फुट फोकस-दूरी वाला दूरदर्शक, स्पेन के राजा को तीन हजार गिन्नियों में बेचा गया।

इसके साथ-साथ हर्शेल सम्पूर्ण आकाश का सर्वेक्षण करने के अपने महत्वाकांक्षी प्रोग्राम में भी व्यस्त रहा और अपने जीवन में उसने वस्तुत अपनी योजना के अनुसार चार बार आकाश का निरीक्षण किया, प्रत्येक बार पहले से उत्कृष्ट दूरदर्शक के साथ।

दूसरी बार के सर्वेक्षण से उसे अमरता प्राप्त हुई। प्रेक्षणों और सैद्धान्तिक खगोल-विज्ञान में उसने बहुत-से प्रतिभासम्पन्न कृत्य किए, किन्तु हर्शेल का स्मरण मुख्यत 13 मार्च 1781 के अन्वेषण के कारण किया



टुकड़े गोलियों की भांति छत तक ऊंचे उड़ने लगे।
हर्शेल ईंटों के ढेर पर गिर गया।

जाता है।

सतर्कता और अश्रान्ति से प्रत्येक वस्तु का, जो उसके दूरदर्शक की पहुँच मे थी, निरीक्षण करते हुए उस सध्या को दस बजे के पश्चात् वह आकाश के नियमित प्रेक्षण मे व्यस्त था। निरीक्षण क्षेत्र मे तारो से भिन्न एक वस्तु दिखाई दी।

"H-जेमिनोरम के सान्निध्य के छोटे तारो का निरीक्षण करते हुए," उसने लिखा, "मैंने एक तारा देखा जो प्रत्यक्षत अन्य तारो से बडा था, उसकी असामान्य आकृति से विस्मित होकर मैंने उसकी तुलना H-जेमिनोरम और ऑरिगा और जेमिनी के मध्य के लघु तारो से की, और इसके उन सबसे भी दीर्घकाय होने पर मुझे सशय हुआ कि यह धूमकेतु होगा।"

उत्कृष्ट दूरदशक मे आवधन होने पर भी तारा, तारे की भाति दिखाई देता है जबकि धूमकेतु या ग्रह की स्पष्ट आकृति दृष्टिगत होती है, इसलिए यह विस्मयजनक नही कि हर्शेल ने सोचा कि हो सकता है उसने धूमकेतु की खोज की हो। चार रात्रियो के पश्चात् जब उसने पाया कि छोटे तारे के सापेक्ष वस्तु की स्थिति परिवर्तित हो गयी है, तो उसका विचार दृढ ही गया। उसने उसकी स्थिति के क्रमबद्ध माइक्रोमीटर माप लेने प्रारम्भ कर दिए और अपनी इस खोज की सूचना ग्रीनविच और ऑक्सफोर्ड प्रेक्षण-शालाओ को दी।

रॉयल ज्योतिर्विद् मैस्केलिन ने स्वय इसका प्रेक्षण किया और निणय किया कि या तो यह धूमकेतु है या नया ग्रह। पहला विचार दूसरे की अपेक्षा अधिक यथाथ प्रतिभासित हुआ क्योंकि प्राक्कालीन समय से ज्ञात पाच ग्रहो—बुध, शुक्र, मगल, बृहस्पति और शनि—के पश्चात् यह अकल्पनीय प्रतीत होता था कि उनकी सख्या मे इतनी देर पश्चात् योग हो सकता है। सम्पूण यूरोप मे 'धूमकेतु' का, इसकी खबर फैलने के पश्चात्, प्रेक्षण हो रहा था। इसकी परिवर्तित स्थितियो के प्रेक्षण का परिकलन होने पर, विभिन्न गणितीय ज्योतिर्विदो ने इसकी कक्षा का अनुकलन किया, यह भू कक्षा से उन्नीस बार अधिक अर्धव्यास की लगभग वृत्ताकार कक्षा मे भ्रमण करता पाया गया। वास्तव मे यह नया प्रधान ग्रह था जो तब तक के सौर परिवार का सबसे बाहरी ग्रह था, जो सूय से शनि ग्रह की दुगनी

दूरी पर था।

कहा जाता है कि हर्शेल का अन्वेषण सयोगवश हुआ, परन्तु वास्तव मे यह उसकी उपलब्धि का सम्यक् मूल्याकन नही। ग्रह-कक्षा का अनुकलन होने पर पहली तिथियो पर उसकी स्थिति ज्ञात करना सम्भव हो गया और पाया गया कि 1690 से 1781 तक यह सत्रहवी बार से कम बार ज्योतिर्विदो, फ्लेमस्टीड, पहला रॉयल ज्योतिर्विद्, और ब्रैडले को भी परिगणित करते हुए पर्यवेक्षित नही हुआ। प्रत्येक ने उसके दृष्टिगत होने पर उसे तारा समझा, किसी ने भी उसकी गति या मडलक को इगित नही किया। एक व्यक्ति ने निरन्तर चार रात्रियो तक उसका प्रेक्षण किया। हर्शेल, प्रत्येक वस्तु को निकटवर्ती दीर्घ आवर्धन से निरूपित करने के तरीके की वजह से इस ग्रह की असामान्य आकृति चिह्नित करने मे सफल हुआ। सम्भवत उसके विशिष्ट दूरदर्शक ही उस समय ससार-भर मे ऐसे थे जिन्हे इस ढग से प्रयुक्त किया जा सकता था। इसके अतिरिक्त यह कहना कि उसने सयोगवश 13 मार्च को यूरेनस का प्रेक्षण किया मुख्य बात को छोड देना है। हर्शेल आकाश की प्रत्येक वस्तु का नियमित सर्वेक्षण करने मे निरत था, इसलिए यह अपरिहार्य था कि वह अपने ग्रह को खोज लेता। जैसा कि उसने कहा, "यदि किसी कार्यवश मैं उस सध्या को व्यस्त रहता तो दूसरी सध्या को अवश्य ही उसे अन्वेषित कर लेता। मेरे दूरदर्शक इतने श्रेष्ठ थे कि मैंने ज्यो ही उसे देखा त्यो ही उसमे ग्रहो जैसे मडलक को पहचान लिया।"

बाथ के इस प्रतिभासम्पन्न नौसिखिये ज्योतिर्विद के इस अन्वेषण का गहन प्रभाव विद्वज्जनो पर हुआ और कुछ ही महीनो मे हर्शेल को अन्तर्राष्ट्रीय ख्याति प्राप्त हो गई। मई मे वह लदन गया, वहाँ रॉयल सोसायटी द्वारा उसका स्वागत हुआ। उसी वर्ष उसे सोसायटी का 'कोपले पदक' प्रदान किया गया जो प्रत्येक वर्ष मानव-ज्ञान मे महत्वपूर्ण वृद्धि करने वाले वैज्ञानिक को दिया जाता था। सर्वसम्मति से दिसम्बर मे उसे सदस्य निर्वाचित किया गया और सम्मान के प्रतीक-रूप उससे चन्दा नहीं लिया गया। सन् 1782 की वसन्त ऋतु मे उसे राज्यसभा मे बुलाया गया जहाँ उसने अपने कार्य की व्याख्या जार्ज तृतीय और राज्य परिवार के सदस्यो के सम्मुख की, उसे 200 पौंड प्रतिवर्ष के वेतन पर रॉयल सोसायटी का ज्योतिर्विद् नियुक्त कर दिया

गया। राजकीय ज्योतिर्विद् के इस नवीन पद के कुछ कतव्य भी थे, किन्तु इसे पूर्व-प्रतिष्ठापित रॉयल ज्योतिर्विद् के पद के साथ सम्बद्ध नही करना चाहिए जो रॉयल ग्रीनविच प्रेक्षणशाला का काय-निर्देश करता है।

नए ग्रह का नामकरण करना था। हर्शेल ने अपने अन्वेपक होने के आधिपत्यानुसार, अपने राजकीय आश्रयदाता पर इसका नामकरण जॉजियम साइडस करना चाहा। ज्योतिर्विदो के मध्य यह नाम लोकप्रिय नही हुआ। अन्त मे सौर परिवार के अन्य सदस्यो की परिपाटी में इसका नाम यूरेनस रखना निश्चित हुआ। परन्तु अपने शेप जीवन मे हर्शेल निष्ठा से अपने ससार को जॉजियम साइडस कहकर सम्बोधित करता रहा।

सगीतज्ञ के रूप में उसका कैरियर समाप्त हो चुका था, चाहे विश्रान्ति के लिए वह सदैव सगीत मे रुचि लेता रहा। अब से वह ज्योतिर्विद था—स्वच्छ रात्रियो मे घटों प्रेक्षण करता हुआ, बडे और शक्तिशाली दूरदर्शको का निर्माण करने मे सलग्न, अपने धारावाहिक सतत अन्वेषणो पर लेख लिखता और यूरोप-भर के वैज्ञानिको से पत्र व्यवहार करता रहा। इन सब कार्यों मे कैरोलाइन ने अपना सहयोग दिया। इसके अतिरिक्त बहुत-स विशिष्ट अतिथि हर्शेल के घर स्वय, उस व्यक्ति को जिसने एक ससार का पता लगाया और उसके दूरदर्शक से, रात्रि-नभ का प्रेक्षण करने आते। उसके 40 फुट फोकस-दूरी और 4-फुट दपण का परावर्तक पूर्ण होता, इससे पूव ही बहुत-से व्यक्ति उसकी दीघकाय ट्यूब को देखने आए। उनम राजा जाज तृतीय और कैण्टरबरी के आचबिशप भी थे जिन्हे राजा की बात का अवबोधन करने मे थोडी कठिनाई हुई, यह देखकर राजा ने अपना हाथ बढाकर कहा, "आइए, लार्ड बिशप, मैं आपको स्वग का माग दिखाऊगा।"

निश्चित ही हर्शेल को अपने अतिथियो को अपना उपकरण दिखाने और उन्हे उसका उपयोग करने की अनुमति देने मे समय व्यथ करना बुरा लगता था परन्तु वह सभी अभ्यागतो का स्वागत, सहनशीलता और शिष्टता से करता।

यूरेनस का अन्वेषण हर्शेल के कई महत्वपूण क्षणो मे मे था। जैसे उसके दूरदशक श्रेष्ठ होते गए वह तारकीय अन्तरिक्ष की गहनतम-मे-गहनतम गहराइयो का अन्वेषण करने का प्रयास करता गया। निस्सदेह वह

तारकीय या नक्षत्रीय विश्व को तीसरी विमा देने वाला पहला ज्योतविद था।

हर्शेल के युग तक अधिकतर प्रयास और समय सौर परिवार के पिंडो और उनकी गतियो का अध्ययन करने या दिव्य गोले पर तारो की अधिक-से-अधिक यथाथ स्थिति को चिह्नित करने मे व्यतीत किया जाता। हर्शेल के अनुसधान सुदूर तक उस तारकीय तत्र की, जिससे सूय सम्बद्ध है, आकृति का प्रतिष्ठापन करते थे। वर्षों के अत्यधिक परिश्रम के पश्चात्, जिनमे एक भी स्वच्छ रात्रि ऐसी न थी जब हर्शेल ने घटो आकाश की सभी दिशाओ के छोटे क्षेत्रो के तारो की गणना करने मे व्यतीत न किए हो, वह इस निष्कष पर पहुँचा कि तारकीय तत्र सान की आकृति का है जो लगभग वृत्ताकार है, जिसका मध्यभाग आकाशगगा है जो एक रिबन के समान है और जिसे हम स्वच्छ रात्रि मे आकाश के पार फैला देख सकते हैं। उसने अनुमान लगाया कि सूय की स्थिति इस सम्पूण तत्र के मध्यभाग के सन्निकट है।

प्रत्येक भाँति की दिव्य वस्तुएँ, द्विक तारे, तारा-समूह, काले और चमकदार अस्पष्ट धब्बे जिन्हे निहारिकाएँ कहते हैं, इन सर्वेक्षणो के मध्य ज्ञात हो गए। निष्ठावान कैरोलाइन के अश्रान्त सहयोग से सभी का सतकता से निरीक्षण किया गया और उनकी सूची बनायी गयी। विलियम, बाहर से, जिसकी एक आख दूरदशक या माप की स्केल पर जमी होती, प्रेक्षित वस्तुओ के आकार-प्रकार और स्थिति के सम्बन्ध मे बताता जाता, जब कि साथ के छोटे कमरे मे बैठी उसकी बहन इन सूचनाओ के पन्ने पर पन्ने लिखती जाती। इनमे से कुछ नोट्स मे, हर्शेल कैसी अवस्थाओ मे अक्सर काय करता था, इसका उल्लेख मिलता है।

"यथाथ दृष्टिक्षेपण के लिए धुध से कोई अवरोध उपस्थित नही होता था। मेरे 7-फुट दूरदशक की ट्यूब बफ मे ढक गयी है, फिर भी मुझे स्पष्ट दिखाई देता है   एक से अधिक बार, किसी तारे को देर तक देखने पर, मैंने पाया कि मेरे पाँव जमीन पर जम गए हैं   बहुत घना कुहरा मेरे शीशो पर जम गया है   सारी जगह बर्फ से ढक गयी है, फिर भी मुझे साफ दीखता है   ।"

इस भाँति काय होता रहा। उसने सबसे पूर्व हैली द्वारा ज्ञात तारकीय गतियो के माप से सौर-गति को प्राप्त कर उसने सान्निध्य के तारो

के सापेक्ष सूय-गति पर एक लेख प्रकाशित किया। उसने मालूम किया कि समीपवर्ती तारायुग्म वास्तव मे ऐसे तन्त्र हैं, जिनमे एक तारा दूसरे के इर्द-गिर्द, सभवत न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियमानुसार घूमता है। उसने चन्द्रमा की पहाडियो की ऊँचाई मापी, मगल ग्रह के ध्रुवो की सफेद टोपियो को लक्षित किया और उन्हे बर्फ बताकर उनका सही निरूपण किया। उसने इस ग्रह के चिह्नो का प्रेक्षण कर, उसके अपनी धुरी पर सवृत्त होने की अवधि 24 घटे 39 मिनट 21 67 सेकड, जिसमे सवश्रेष्ठ आधुनिक मान से केवल दो मिनट का अन्तर है, ज्ञात की।

बहुत-से अवसरो पर, उसने अपने ग्रह यूरेनस का, जिसके अन्वेषण से वह विख्यात हुआ था, प्रेक्षण भी किया। सतर्क माप द्वारा उसने उसका व्यास पृथ्वी के व्यास से पचगुना पाया, जो कि काय की कठिनाई को देखते हुए, अत्यधिक प्रामाणिक मान था। 1787 मे उसने उसके पहले दो उपग्रह उपलब्ध किए तथा 1797 मे उसने चार और पाने का दावा किया। इसमे वह निश्चित ही ग्रह के सान्निध्य के धुधले तारो द्वारा भ्रमित हो गया होगा क्योकि उसके बाद ज्ञात तीन मे से कोई भी उपग्रह उसके द्वारा बताए गए चार उपग्रहो से मेल नही खाता।

अपने प्रत्येक खाली क्षण का वह ज्ञान-वधन करने के लिए उपयोग करेगा, अपने जीवन के अन्त तक उसने अपने यौवन के इस प्रण को निभाया। 76 वष की आयु मे अपने इस उद्यम मे सलग्न वह कह सकता था "किसी अन्य मनुष्य ने मुझसे पूर्व अन्तरिक्ष की उतनी गहराई का प्रेक्षण नही किया जितना मैंने किया। मैने ऐसे तारो का प्रेक्षण किया है जिनका प्रकाश पृथ्वी तक पहुँचने मे बीस लाख वष लेगा, यह सिद्ध किया जा सकता है।"

83 वष की आयु मे उसका देहान्त हुआ। 97 वष की आयु तक करोलाइन जीवित रही, उस विषय म गभीरता से रुचि लेते हुए जिसमे उसके भाई ने अभूतपूव योगदान दिया था, सम्पूण यूरोप के ज्योतिर्विदो से सम्पक रखते हुए अन्त तक उसने प्रतिभा को स्थिर रखा।

सन् 1962 मे, बकले (कैलीफोर्निया) की सभा मे, अन्तर्राष्ट्रीय ज्योतिर्विज्ञान सघ की ग्यारहवी जनरल असेम्बली के अवसर पर ग्रिलर क्वार्टेट ने सर विलियम हर्शेल द्वारा निर्मित दो कॉन्सर्टो बजाए ताकि

विशिष्ट ज्योतिर्विदो की अन्तर्राष्ट्रीय असेम्बली को अपने विख्यात सहयोगी द्वारा निर्मित सगीत-सरचनाओ का रसास्वादन करने का अवसर प्राप्त हो सके। वाद्य के सगीत-निर्माता को यह सुरुचिपूर्ण श्रद्धाजलि अर्पित की गयी थी जिसने रात्रि-नभ मे न केवल विश्व का बल्कि अपनी सच्ची नियति का अन्वेषण भी किया।

छठा अध्याय

दूरदर्शक के बिना प्रेक्षण

1781 मे हर्शेल द्वारा यूरेनस ग्रह की खोज करने के समय से अनेक ज्योतिर्विदो द्वारा वह निरन्तर प्रेक्षित होता रहा । सन् 1821 के अन्त तक काफी मात्रा मे प्रेक्षित सामग्री एकत्रित हो गयी । इन चालीस वर्षो मे यूरेनस की लगभग आधी कक्षा का सूय के इद-गिद प्रेक्षण हो गया, जिससे गणितीय ज्योतिर्विद् ग्रह-कक्षा का सही-सही परिकलन कर सके। इस परिकलन मे, बृहस्पति और शनि, वृहदाकार ग्रहो के बाधक आकर्षण को भी ध्यान मे रखा गया ।

यह सुविदित है कि जब नयी कक्षा के ग्रह की भूतकालीन स्थितियो का आकलन करने से ज्ञात हुआ कि 1690 से 1781 तक इसे अनेक बार प्रेक्षित किया गया था, चाहे प्रेक्षको ने इसे तारा समझकर इसके अन्वेपक होने का मौका खो दिया। अन्य तारो के अभाव मे असदिग्ध रूप से यह प्रक्षण यूरेनस के थे जो कक्षा द्वारा निर्धारित प्राक्कालीन स्थितियो के सम्पात मे नही थे । जैसे-जैसे वतमान से सुदूर व्यतीत के काल का निर्धारण करने का प्रयास किया गया, सैद्धान्तिक एव प्रेक्षित स्थितियो मे विसगति बढती गयी ।

यह भी पाया गया कि 1690 से 1781 तक के प्रक्षण के आधार पर क्रमबद्ध कक्षा की सगणना की जा सकती है, परन्तु ऐसा करने पर इस कक्षा से 1781 से 1821 तक की पूवनिर्देशित सैद्धान्तिक स्थितियो मे और इस अवधि के मध्य प्रेक्षित स्थितियों मे पूण समानता नही है ।

उस युग के कुछ ज्योतिर्विदो ने सुझाव दिया कि इस विसगति का कारण प्राचीन प्रेक्षण ('पूव निर्धारित')है जो नवीन अन्वेषणो से कम सम्यक है । यह ज्ञात होने पर कि 1821 के पश्चात् के प्रेक्षण 1781 से 1821 तक के प्रेक्षणो पर आधारित कक्षा की पूर्वानुमानित स्थितियो से, अधिक-से अधिक

भिन्न होते जाते हैं—यह स्पष्टीकरण निरर्थक हो गया। 1884 में यह विसगतियाँ चाप की दो मिनट की अर्थात् 150 फुट की दूरी पर हॉप्पेनी द्वारा निर्मित कोण के बराबर थी। ज्योतिर्विज्ञानानुसार यह कोण बहुत बड़ा है, जबकि एक-दूसरे से इतनी दूरी पर स्थित तारे सामान्य दृष्टि में व्यक्ति को एक ही प्रतीत होंगे।

शीघ्र ही इन विसंगतियों का एक दूसरा स्पष्टीकरण कुछ ज्योतिर्विदों को सूझा। उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ में बृहस्पति और मंगल दोनों ग्रहों की कक्षाओं के बीच अनेक छोटे छोटे ग्रह पाए गए। ये आविष्कार और यूरेनस का आधुनिक युग में अन्वेषित किया जाना इन तथ्यों के कारण काफी ज्योतिर्विदों को मदाय हुआ कि सम्भवत अभी तक अज्ञात कोई ग्रह यूरेनस से भी विशाल कक्षा में घूम रहा है, जो यूरेनस की कक्षा में पारस्परिक गुरुत्वाकर्षण के कारण बाधा उत्पन्न करता है।

यूरेनस-कक्षा के सगणक बोयवर्ड, सर जॉन हर्शेल (विलियम का पुत्र) और रॉयल ज्योतिर्विद् जार्ज ऐरी ने इस सम्भावना को मान्यता दी। फिर भी ऐरी को विश्वास नहीं था कि इस अपरिचित पिंड का स्थान कभी ज्ञात हो पाएगा। 1831-2 के दौरान ज्योतिर्विज्ञान की अवस्था की रिपोर्ट ब्रिटिश एसोसिएशन को देते हुए उसने यूरेनस की समस्या को इंगित किया। संयोगवश दस वर्ष पश्चात् एक युवा व्यक्ति ने इस रिपोर्ट को पढ़ा और वह एक ऐसे निष्कर्ष पर पहुँचा जिसके कारण उसका जीवन परिवर्तित हो गया। उसे सम्मान और ख्याति प्राप्त हुई। उसे भयंकर अन्तर्राष्ट्रीय विरोध और द्वेषभावना का सामना करना पड़ा। और आज उस निष्कर्ष को अनेक व्यक्ति न्यूटनीय गुरुत्वाकर्षण की श्रेष्ठतम उपलब्धि मानते हैं।

यह युवा व्यक्ति जॉन काउच ऐडम्स था। 1819 में कार्नवाल के लिडकोट फार्म में इसका जन्म हुआ। प्रारम्भ में यह अपने घर के नजदीक लनास्ट के स्कूल में प्रविष्ट हुआ। ग्यारहवें वर्ष की आयु में उसका पिता उसे एक सम्बन्धी के घर ले गया, जिसका पुत्र जॉन की आयु का था। मुलाकात के दौरान अपने आनन्दविभोर पिताओं के सम्मुख दोनों लड़कों ने एक-दूसरे को गणित का एक-एक प्रश्न हल करने के लिए दिया। दोनों लड़के एक-दूसरे द्वारा प्रदत्त समस्या का हल नहीं पा सके, इसलिए उनसे अपनी-अपनी

समस्या का हल करने के लिए कहा गया। ऐडम्स ने बिना किसी कठिनाई के अपनी समस्या का हल कर दिया जब कि दूसरे बालक ने पाया कि उसकी समस्या असाध्य है। ऐडम्स की परीक्षा लेने के लिए, वहाँ के स्थानीय स्कूल-मास्टर को, जिसे गणित का अच्छा ज्ञान था, बुलाया गया। पुन ऐडम्स की विजय हुई, तब उसके पिता के सम्बन्धी ने कहा, "यदि यह मेरा लडका होता तो मैं इसे कॉलेज भेजने के लिए, अपने सिर की टोपी बेच देना अधिक उचित समझता।"

ऐडम्स के माता-पिता की स्थिति अच्छी न थी। वे जानते थे कि उसे अच्छी शिक्षा देना उनके लिए असम्भव है, फिर भी उन्होने प्रयास करने का निश्चय किया।

1831 मे जॉन को डेवनपोर्ट के स्कूल मे भेजा गया। स्थानीय मिकैनिक्स इस्टीट्यूट मे उसे गणित की पुस्तके और ज्योतिर्विज्ञान पर किए कार्यों की रूपरेखा प्राप्त हुई। वह शरीर-विज्ञान सहित वैज्ञानिक विषयो पर अपनी इच्छानुसार कक्षाओ मे जाता। 1834 मे सर जॉन हर्शेल की 'ज्योतिर्विज्ञान' नामक पुस्तक उसे स्कूली पुरस्कार मे प्राप्त हुई, जिससे उसके मस्तिष्क को नयी दिशा प्राप्त हुई। 1835 में उसने हैली के धूमकेतु का अवलोकन किया। सोलह वर्ष के बालक ने अपने घर लिखा "शायद आप मेरी प्रसन्नता का अनुमान कर पाएगे कि कितने आह्लाद से मैंने उस धूमकेतु का प्रेक्षण किया, जिसके आगमन ने 380 वर्ष पूर्व सम्पूर्ण यूरोप को आतंकित कर दिया था, किन्तु आज जिसका आगमन ज्योतिर्विदो को उनके परिकलन और पूर्वानुमान का यथार्थ प्रमाण उपस्थित करने के कारण प्रफुल्लित कर देता है।"

1837 मे जॉन स्थानीय लोगो के पुत्रो को पढाकर अपनी आजीविका कमाने लगा। 1839 मे वह कैम्ब्रिज जाने के लिए तैयार हुआ। पूरा परिवार उसे कोच तक छोडने आया। गाडी को कैम्ब्रिज पहुँचने मे दो दिन और रात लगे।

स्नातक होने से पूर्व यूनिवर्सिटी मे उसका जीवन विशिष्ट एव प्रसन्नतापूर्ण था। व्याख्यान और अध्ययन के अतिरिक्त वह मित्रो के साथ लम्बी सैर या रात्रि भोजन की पार्टियो मे जाता। ऐडम्स सगीत का शौकीन

था और अवसर पाकर अपने मित्रो का मनोरंजन करता। वह चुस्त अखाड़े बाज भी था। उसका कैरियर विशिष्ट था, कभी कभी ज्योतिर्विज्ञान की हाबी के कारण उसके नियमित अध्ययन मे विघ्न पडता। गणित मे प्रथम आने पर उसे छात्रवृत्ति और पुरस्कार प्राप्त हुए और उसे कुशाग्रबुद्धि विद्यार्थी माना जाने लगा। 1843 मे गणित के ट्राइपॉस इम्तिहान मे उसके चार हजार से भी अधिक नम्बर आए जबकि बैशफोथ के, जो द्वितीय था, दो हजार से भी कम नम्बर थे। परीक्षाओ मे देखा गया कि ऐडम्स पहले चार घटे प्रश्नो को पढने और समझने मे लगा देता है और उसके पश्चात् मात्र उनके उत्तर लिख देता है जिन्हे वह पहले ही दिमाग मे हल कर चुका होता है।

अठारह माह पूर्व उसने अपनी डायरी मे लिखा "3 जुलाई 1841, एक योजना, डिग्री लेने के पश्चात्, जितनी जल्दी सभव हो सकेगा, इस सप्ताह के प्रारभ मे, यूरेनस की गति की अनियमितताओ का, जिनका समाधान अभी तक नही हो पाया, अन्वेषण कि क्या इन्हे इसमे अग्रगामी अज्ञात ग्रह के कारण कहा जा सकता है, यदि सभव हो सका तो अशत उसकी कक्षा के तत्वो का निरूपण, जिससे उसका अन्वेषण सभव हो पाएगा।"

उसने स्वय को कठिन काय सोपा था और उसके पास इसे पूरा करने की गणितीय क्षमता थी। वर्षों मे यूरेनस की प्रेक्षित एव निर्देशित असख्य विसगतियो द्वारा उसे एक अज्ञात द्रव्यमान के, अज्ञात आकृति एव आकार की कक्षा मे भ्रमित अज्ञात ग्रह को ढूढना था। ग्रहीय कक्षा के विवरण और उनमे ग्रहो की स्थिति एव उनका द्रव्यमान ज्ञात होने के पश्चात् भी उनके पारस्परिक गुरुत्वाकर्षण द्वारा उत्पन्न व्याघातो को लम्बी अवधि तक सगणित करना दुसाध्य काय था। ऐडम्स इसके प्रतिकूल समस्या का सामना कर रहा था जो इससे भी अधिक विषम थी। सितम्बर 1845 तक ऐडम्स समस्या का समाधान कर चुका था, यूरेनस के व्यवहार का उत्तर अज्ञात ग्रह है, यह उसे ज्ञात हो गया था और उसने उसकी कक्षा की सगणना कर ली थी। उसने अपना निष्कर्ष रॉयल ज्योतिर्विद् को भेजा और ग्रह की स्थिति को चिह्नित करते हुए उसे अपने दूरदर्शक द्वारा प्रेक्षित करने को लिखा।

ऐरी को इस पूर्वकथन मे इतना अधिक विश्वास नही था कि वह-

अपनी ऑब्ज़र्वेटरी के काय को स्थगित कर नए ग्रह का दूरदर्शकीय अन्वेषण करने का निणय लेता । उसने ऐडम्स को सुझाव दिया जिस नए ग्रह के सिद्धान्त से तारो के परिप्रेक्ष्य मे यूरेनस की प्रतीयमान स्थिति और विसगतियो का स्पष्टीकरण हो जाता है और उसकी स्थिति का अनुकलव भी हो पाता है उससे अब यह ज्ञात करे कि क्या उसका सिद्धान्त यूरेनस की दूरी की त्रुटियो के लिए भी सम्यक् होगा । ऐरी के इस सुझाव से स्पष्ट लक्षित होता है कि उसे, समस्या किस बारे मे है, इसका बोध नही था क्योकि यूरेनस का स्थिति-सशोधन अनिवायत दूरी-सशोधन से सम्बद्ध था ।

ऐडम्स बहुत निराश हुआ । उसे अपने अज्ञात ग्रह के अस्तित्व का पूर्ण विश्वास था । नए ग्रह के लिए सगणित कक्षा को अधिक सटीक बनाने के प्रयास मे उसने आगामी महीनो मे दुबारा परिश्रम करना शुरू कर दिया था । कैम्ब्रिज मे सेंट जॉन्स कॉलिज की ऑब्ज़र्वेटरी मे उसने छोटे यन्त्रो का निर्माण प्रारम्भ कर दिया, जिसके सम्बन्ध मे उसने बाद मे लिखा, "इस विशिष्ट ध्येय के साथ, यदि कोई भी इस विषय मे रुचि नही लेगा तो, ग्रह की खोज मैं स्वय करूँगा ।"

इस भाँति सितम्बर 1845 मे ग्रह ढूढने का पहला मौका हाथ से जाता रहा ।

इसी बीच ऐडम्स से अपरिचित फ्रास के एक युवा व्यक्ति, जीन जोसफ लेवेरियर ने भी इसी समस्या का समाधान ढूढने का निश्चय किया । 1811 मे लेवेरियर का जन्म हुआ और ऐडम्स की भाँति उसने भी कुशल गणितज्ञ की ख्याति के साथ स्कूल छोडा । 1846 मे पेरिस में इकोल पोलीटेक्नीक के स्टेनिसलॉस कॉलिज मे प्रशिक्षक रहने के पश्चात् उसे विज्ञान-सकाय मे ज्योतिर्विज्ञान का प्रोफेसर नियुक्त किया गया । यूरेनस की समस्या से आकर्षित्त होने से पूव काफी मात्रा मे ज्योतिर्विज्ञान पर उसके महत्वपूर्ण लेख प्रकाशित हो चुके थे जिनसे वह और विख्यात हो गया था ।

नवम्बर 1845 मे लेवेरियर का यूरेनस पर पहला सस्मरण प्रकाशित हुआ । इस सस्मरण मे वह किसी अज्ञात ग्रह के अस्तित्व की सभावना पर विचार नही करता । 1 जून 1846 मे अपने दूसरे सस्मरण मे वह बताता है कि यूरेनस के व्यवहार का कारण आज कोई अज्ञात ग्रह ही हो सकता है

और इस समस्या के समाधान मे वह नए ग्रह की स्थिति से अवगत कराता है।

तीन सप्ताह पश्चात् इस सस्मरण की एक प्रति ऐरी को प्राप्त हुई। उसे यह देखकर आश्चर्य हुआ कि लेवेरियर द्वारा निर्णित नए ग्रह की स्थिति ऐडम्स द्वारा अनुकलित स्थिति से एक डिग्री तक मिलती है।

आखिर उसने काय करने का निश्चय किया। ज्योतिर्विज्ञान के प्लूमियन प्रोफसर और केम्ब्रिज ऑब्जर्वेटरी के डायरेक्टर जेम्स चैलिस से ग्रह को खोजने के लिए कहा और आवश्यकता पडने पर अपने कमचारी वग के अनुभवी सदस्यो का सहयोग देने के लिए भी कहा। तीन दिन पश्चात् स्थिति की अपरिहायता बताते हुए उसने चैलिस को लिखते हुए कहा—"तत्कालीन किसी भी कार्य से, जो देरी होने के कारण सम्पूणत नष्ट नही होता, उन सबसे इस अन्वेषण की अत्यधिक महत्ता है।"

उस समय तक चैलिस ने नए ग्रह से सम्बद्ध ऐडम्स के अनुकलन को कोई महत्ता नही दी थी जबकि उसके पास भी सितम्बर 1845 से कक्षा के विवरण की एक प्रति थी।

विशाल नार्थम्बरलड दूरदशक द्वारा 29 जुलाई 1846 को उसने खोज प्रारम्भ की। खोज का ढग ग्रह की पूवसूचित स्थिति के आस पास के क्षेत्र मे एक सीमित चमक से अधिक देदीप्यमान प्रत्येक तारे की स्थिति को मापना था। किसी एक 'तारे' की धीमी गति को चिह्नित कर पाने की प्रत्याशा मे इस सर्वेक्षण को अन्तरालो पर दुहराया जाना था। वह गति उस 'तारे' का नया ग्रह होना व्यक्त करेगी। स्पष्टत चैलिस को उसे मडलक द्वारा चिह्नित करने की कोई आशा नही थी, जिस भाति हर्शेल ने यूरेनस को लक्षित किया था।

29 जुलाई से सितम्बर के अ त तक चैलिस ने 3,150 स्थितियाँ माप ली थी। इस अन्त की तिथि मे यूरोप मे अन्य घटनाएँ घटित हो चुकी थी।

'8 सितम्बर को बर्लिन ऑब्जर्वेटरी के डॉ० गाल को लेवेरियर ने नए ग्रह का सभावित स्थान लिखा, और उन्हें उसके पडोस मे ढूढने के लिए कहा। उसने इगित किया कि शायद वह अपने मडलक द्वारा सुगमता से चिह्नित किया जा सकेगा। लेवेरियर का पत्र गाल को 23 सितम्बर को प्राप्त

हुआ । मौसम के स्वच्छ होने पर उसी सध्या को, अपने एक सहयोगी डॉ० ब्रेमिकर द्वारा निर्मित नए तारा-चार्ट 'होरा-XXI' को लेकर, गाल ने अपने सहयोगी द'अरेस्ट के साथ दूरदर्शक से खोज प्रारभ कर दी। चैलिस के दुर्भाग्य से यह नक्शा अभी वितरित नही किया गया था।

गाल के दूरदर्शक क्षेत्र मे प्रत्यक्ष होने वाले तारो की द'अरेस्ट जाँच करता जा रहा था। अकस्मात् ही क्रम मे बाधा पडी।

"वह चार्ट पर नही है!" द'अरेस्ट ने उत्तेजित हो कहा।

तारे की आकृति का वह धुँधला पिंड था। इस सदेहास्पद पिंड को अन्वेषित करने पर ज्योतिर्विदो की उत्तेजना की कल्पना करना सुगम है। रात्रि के व्यतीत होने से पूर्व उसमे गति के चिह्न लक्षित हुए और आगामी दो सध्याओ के प्रेक्षण से यह गति प्रमाणित हो गयी। इसके अतिरिक्त उसके मडलक का व्यास चाप के तीन सेकड के लगभग मापा गया, लगभग उतना ही जितना लेवेरियर ने अनुमान किया था। अब कोई सदेह शेष नही रह गया था। ऐडम्स के पूर्वकथित स्थान से एक डिग्री के भीतर और लेवेरियर के पूर्वसूचित स्थान से डेढ डिग्री स्थान के अन्तर्गत पाया गया, यह नया ग्रह ही था।

अन्वेषण का समाचार प्राप्त होने पर चैलिस ने अपने प्रेक्षणो की जाँच की और सन्ताप अनुभव करते हुए पाया कि वह तीन विभिन्न अवसरो पर ग्रह का प्रेक्षण बिना उसे चिह्नित किए कर चुका है।

"चार दिन के प्रेक्षण के पश्चात्,", उसने ऐरी को लिखा, "ग्रह मेरे हाथ मे था यदि मैं प्रेक्षणो की जाँच करता या नक्शे पर चिह्नित करता।" इस कार्य को उसने प्रेक्षणो के सम्पूर्ण होने तक छोड रखा था। यदि वह इसे करता तो वह गाल और द'अरेस्ट से कई सप्ताह पूर्व ग्रह को अन्वेषित कर चुका होता।

न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियम की इस नयी विजय से सभी स्थानो पर सम्पूर्ण वैज्ञानिक ससार और सामान्य व्यक्ति तक स्तम्भित रह गया, खास तौर पर जिस ढग से यह विजय प्राप्त हुई थी। कि डेस्क पर बैठा एक व्यक्ति अपने मस्तिष्क से न केवल अन्तरिक्ष की गहराइयो मे विलुप्त अज्ञात ग्रह की प्रेतीय गुरुत्वाकर्षणीय उगलियो के खिंचाव का, यूरेनस की अनुकलित एव प्रेक्षित स्थितियो की लघु विसगतियो मे अनुभव कर सकता है बल्कि



"वह चाट पर नहीं है !" द फरेस्ट ने उत्तजित हो कहा ।

उसका पदमागण कर ज्योतिर्विद् को सम्यक् स्थान पर अपने दूरदर्शक को स्थित करने का निर्देश भी दे सकता है। मानव-मस्तिष्क के इस अत्युदात्त असामान्य काय से सम्पूण मानव-जाति अचम्भित हो उठी। इसमे आश्चर्य की बात नहीं कि लेवेरियर के देशवासियो ने उसकी सफलता को फ्रांसीसी विज्ञान की सफलता के रूप मे स्वागत किया। इसमे भी कोई आश्चय की बात नही कि इगलिश चनल के दूसरी तरफ के समाचार से वे क्रोध और गुस्से से भर उठे थे।

नेप्च्यून के अन्वेषण की उद्घोषणा के साथ-ही-साथ, सौर-मडल के नए ग्रह का यह नामकरण किया गया। सर जॉन हर्शेल ने ऐडम्स और उसके अनुकलन का सावजनिक प्रेक्षण किया। लगभग इसी के एकदम साथ चैलिस ने बताया कि ऐडम्स के पूर्वानुमान पर आधारित जुलाई के अन्त से इस ग्रह की खोज जारी है।

गुस्से के पहले उबाल मे, फ्रांसीसियो एव बहुत-से अन्य व्यक्तियो को यह लगा कि सच्चे अन्वेपक लेवेरियर को उसके अधिकारो से वचित किया जा रहा है। जबकि दूसरी तरफ ब्रिटिश ज्योतिर्विद् और विज्ञान के व्यक्ति ऐडम्स के कम-से-कम अन्वेपक होने के सम्मान का समान अधिकारी होने के अधिकार की पुष्टि करने लगे थे। ऐडम्स, लेवेरियर, चैलिस, ऐरी, हर्शेल प्रभृति ख्याति प्राप्त व्यक्तियो को लेकर उग्र आवेगमय पत्र व्यवहार हुआ। यह बात हर्षित करती है कि नेप्च्यून की घटना के पश्चात् ऐडम्स और लेवेरियर पक्के मित्र बन गए, स्पष्टत दोनो द्वेपभावना से दूर एक-दूसरे के प्रशसक थे।

रोष के शात होने पर, नेप्च्यून के अन्वेपण की शृह्खलाबद्ध घटनाओ पर दृष्टिपात करने पर, चैनल के दोनो तरफ के व्यक्तियो को अनुभव हुआ कि ऐडम्स को नेप्च्यून का अन्वेपक होने का उतना ही हक है जितना लेवेरियर को। उसके प्रति ऐरी और चैलिस के दुर्व्यवहार का अनुभव भी किया गया, जिसके पश्चात् दानो को कभी चैन नही मिला। दोनो को जनसमुदाय के सम्मुख अपने व्यवहार का स्पष्टीकरण देने के लिए बाध्य किया गया। ऐरी को अपने अन्यतम मित्र ऐडम सेग्विक के पत्र प्राप्त हुए, जिन्होने पूछा, " जबकि पिछले जून मे लेवेरियर के उन समाधानो का प्रकाशन होने मे पूव, जिन्हे ऐडम्स

'पहले' (सितम्बर 1845 मे) ही प्राप्त कर चुका था, तब आश्चय इस बात का है कि पूरे यूरोप मे इस तथ्य को उद्घोषित क्यो नही कर दिया गया कि कैम्ब्रिज का एक स्नातक नौ माह पूव ही यह (और 'इससे अधिक') उपलब्ध कर चुका है ?" और "जबकि एक सौभाग्यशाली फ्रासीसी द्वारा ऐडम्स की परिपुष्टि पायी गयी, तब इस तथ्य का प्रकाशन बिना किसी देरी के कर दिया जाना चाहिए था। यदि मात्र इतना ही बताया जाता कि लेवेरियर ऐडम्स के पीछे है, हमारे ज्योतिर्विद् क्षण-भर मे सतक हो उठते।"

उन्नीसवी शताब्दी के मध्य मे ये महत्वपूण प्रश्न थे। हमारे लिए आज के युग मे यह ज्योतिर्वैज्ञानिक अन्वेषण, जिस विचित्र रीति से हुआ, अधिक महत्वपूण वस्तु है। ऐडम्स और लेवेरियर दोनो को सदैव नेप्च्यून ग्रह के साथ सम्बधित किया जाएगा। वे दो व्यक्ति, जो न्यूटन के गुरुत्वाकषण नियम मे विश्वास रखते हुए, अपने कुशाग्रबुद्धिसम्पन्न और स्थायी अनुसधान के कारण ज्योतिर्विज्ञान के इतिहास मे एक महान् क्षण उपस्थित करने मे सक्षम हुए।

अन्वेषित ग्रह, यूरेनस की अपेक्षा सूय से डेढ गुना अधिक दूरी पर होने के बावजूद भी आकृति और द्रव्यमान मे लगभग यूरेनस का जुडवा था। दोनो ग्रह पृथ्वी के व्यास के लगभग चार गुना और द्रव्यमान मे लगभग पद्रह गुना है। दोनो का मिथेन (methane) गैस से भरा विषैला वातावरण है। नेप्च्यून के दो सुविज्ञात उपग्रह हैं बडा वाला ट्राइटन है जो नेप्च्यून के अन्वेषण के सत्रहवे दिन पश्चात् नौसिखिये अग्रेज ज्योतिर्विद् लेसल द्वारा ज्ञात किया गया। नेप्च्यून की कक्षा निर्धारित होने पर, यह भी पाया गया कि यूरेनस की भाँति इसका अन्वेषण होने से पूव, इसे काफी बार प्रेक्षित किया जा चुका था, खास तौर पर लेलड द्वारा 8 और 10 मई 1795 मे, परन्तु इसे तारा समझा गया। इन दो तिथियो की विसगति को लक्षित करते हुए लेलड ने पुरानी तिथि को दोषपूर्ण अनुमानित किया और उसे नेप्च्यून का अन्वेषक होने की अमरता का त्याग करते हुए छोड दिया।

सम्भव था कि गाल से एक पक्ष पूव लेसल ग्रह का अन्वेषण कर लेता क्योकि उसे डब्ल्यू एच डावेस का, जो ऐडम्स का काय जानते थे, प्रेक्षण के लिए सही स्थितियो को इगित करता हुआ पत्र प्राप्त हुआ था।

दुर्भाग्यवश लेसल के घुटने मे मोच आ जाने के कारण उसने मौका खो दिया।

तत्पश्चात् जीवन मे ऐडम्स और लेवेरियर दोनो ने ज्योतिर्विज्ञान मे महत्वपूर्ण योगदान दिया।

लेवेरियर सभी ग्रहो की गतियो के सिद्धान्तो को दुहराने और आवश्यकता पडने पर उनकी सरचना करने के महत्वपूर्ण कार्य मे व्यस्त हो गया, जिसमे वह चालीस वर्ष तक निरत रहा।

ऐडम्म, जो सेंट एड्र्ज विश्वविद्यालय मे प्रोफेसर नियुक्त हुआ, फिर कैम्ब्रिज मे, चैलिस के पश्चात् 1861 मे कैम्ब्रिज ऑब्जर्वेटरी का डायरेक्टर बना। वह खगोलीय यान्त्रिकी का सुविख्यात विशेषज्ञ माना जाने लगा, खास तौर पर चद्रमा के गति-सिद्धात मे। आखिर मे ऐरी ने स्वय कहा, "गुरुत्वाकर्षण सिद्धान्त के प्रकरण पर मैं ऐडम्स को अपना आप्त-पुरुष मानता हूँ।"

नेप्च्यून के अन्वेषकों के अनुरूप गणितीय अन्वेषणो द्वारा प्रेरित खोजो से, दोनो व्यक्तियो की मृत्यु के पश्चात् एक अन्य ग्रह प्लूटो (यम ग्रह) 1930 मे ढूंढा गया। प्लूटो सूय के चारो तरफ इतने विशाल दीर्घवृत्त मे परिभ्रमण करता है कि एक चक्कर मे 250 वर्ष लगते हैं। शायद यह सौर परिवार का सबसे बाह्य सदस्य है। या सम्भवत नही है। इसे केवल समय बताएगा।

सातवाँ अध्याय

आकाश मे मील के पत्थर

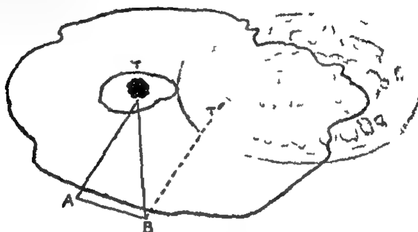
उन्नीसवी शताब्दी के पहले अर्द्ध भाग ने नेप्च्यून के अन्वेषण के अतिरिक्त खगोलविदो की युगा पुरानी तारे की दूरी मापने की महत्वाकाक्षा को भी पूर्ण होते देखा था। अठारहवी और उन्नीसवी शताब्दी के दौरान सैकडो-हजारो की सख्या मे तारकीय स्थितियो का माप अत्यन्त सावधानी से बिना किसी तारकीय लम्बन को पाए, लिया जा चुका था। ब्रैडले के विपथन एव हिलने की प्रक्रिया के अन्वेषण के पश्चात्, इस तथ्य को मान्यता मिल चुकी थी कि पृथ्वी के सूर्य के चारो ओर चक्कर लगाने के कारण सबसे निकट के तारे का भी प्रतीयमान हटाव दूरदर्शक के वर्गविभक्त वृत्तो के अनुसार अत्यन्त सूक्ष्म होगा, किन्तु फिर भी उसे मापने के प्रयास जारी रहे।

यदि वास्तव मे ऐसा होता जैसा कि कुछ खगोलविद् तर्क करते थे कि सूर्य एक औसतन तारा है तब उसकी दीप्ति की तुलना सबसे अधिक चमकदार तारे की दीप्ति से कर, यह सगणना की जा सकती थी कि वह तारा सूर्य से सैकडो गुना दूर है। तब तक यह ज्ञात नही था कि सूर्य एक तारा है या सभी तारो की एक-जैसी दीप्ति है और इस भाति की सगणना का कोई महत्व नही।

आपको याद होगा कि तारकीय लम्बन को मापने के लिए खगोलविद् विभिन्न स्थितियो से और सुदूर पृष्ठभूमि के परिप्रेक्ष्य मे उस वस्तु पर दृष्टिनिक्षेप कर उसकी दूरी मापने के सुपरिचित ढग का उपयोग करता था। यदि आप एक झील के किनारे खडे है जिसमे एक छोटा सा द्वीप है तो आप किनारे से उसकी दूरी निम्नलिखित ढग से माप सकते है —

मान लीजिए उस द्वीप पर एक पेड (चित्र मे T, पृष्ठ 81) या कोई चिह्नित की जा सकने वाली वस्तु है। हम किनारे पर धरातल की लकीर AB कुछ फुट लम्बी माप लेते है। इसके पश्चात् कोणो TAB और TBA

को माप लेते है। अब हम त्रिभुज TAB के दो कोण और एक भुजा जानते हैं और इसे किसी उचित पैमाने तक एक कागज पर खीच सकते है और TA तथा TB को फुटो मे अनुकलित कर सकते है। इससे हमे किनारे से द्वीप की दूरी प्राप्त हो जाएगी।



यदि कोई व्यक्ति A पर खडा है तब पेड की दिशा AT रेखा के साथ होगी और यदि यहां से वह व्यक्ति B पर चला जाता है तो पेड की दिशा परिवर्तित होकर BT हो जाएगी। AT के समांतर BT रेखा खीचकर यह सुगमता से सिद्ध किया जाता है कि BT से BT तक का दिशा-परिवर्तन कोण ATB के बराबर है। इस कोण को पेड का लम्बन कहते हैं और इसे आधार-रेखा AB से मापा जाता है। यह भी पाया गया है कि आधार-रेखा से जितनी अधिक बडी दूरी को मापा जाएगा, लम्बनीय कोण उतना ही छोटा होगा, अर्थात् प्रदत्त सही कोणीय माप और आधार-रेखा के लिए मापी हुई दूरी की त्रुटि दूरी के बढने के साथ बढती जाती है जब तक कि वह बिन्दु नही आ जाता जहां लम्बनिक कोण मान की अपरिहार्य त्रुटियो से भी कम हो जाता है।

पृथ्वी की कक्षा का व्यास, तारकीय दूरियो का मापने के लिए सबसे विशाल प्राप्य आधार-रेखा थी और खगोलविदो को इसीसे काम सम्पन्न करना पडता था। माप छः महीने के पश्चात् लिए जाने चाहिए ताकि माप पृथ्वी के सूर्य के चारो ओर अपने आधे पथ मे घूमने के पश्चात् लिए जा

सकें। तब पृथ्वी छः महीने पूर्व की स्थिति से 186 लाख मील दूरी पर होती। तब भी जिन लम्बनिक कोणों को ज्योतिर्विद् मापने का प्रयास कर रहे थे वह चाप के एक सेकंड से भी कम थे उतने जितना कि तीन मील की दूरी पर आधी पैनी द्वारा निर्मित कोण होगा।

पहला कार्य ठीक तारे का चुनाव था। यदि सब तारों की एक जैसी दीप्ति है तब सबसे समीप का तारा सबसे अधिक दीप्तिमान प्रतीत होगा। परन्तु जैसा कि हम पहले कह चुके हैं तब यह ज्ञात न था। यह भी सम्भव था कि सबसे अधिक दीप्तिमान तारा वास्तव में अधिक दूरी पर असामान्य रूप से चमकदार हो जबकि उसके सानिध्य के धुंधले तारे यथार्थ में प्रेक्षक के अधिक निकट हों।

इस संदर्भ में, दूसरा निर्देशक, धुंधले तारों की पृष्ठभूमि के परिप्रेक्ष्य में तारों की स्थिति-परिवर्तन करने की दर थी। हैली द्वारा इस क्षेत्र में शुरू किए कार्य का काफी ज्योतिर्विदों ने अनुकरण किया और उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ तक, जैसा कि इस गति को कहा जाता था, तारों की वास्तविक गति की एक लम्बी सूची उपलब्ध हो गयी। पुनः, दूसरे प्रमेयों के समान होने पर, निकट का तारा दूर के तारों की अपेक्षा अधिक तेजी से घूमता प्रतीत होगा।

1837 में महान ज्योतिर्विद फ्रेडरिक विल्हेल्म बेसल ने, जो तीस से अधिक वर्षों तक कोनिग्सबर्ग में प्रशियन ऑब्जर्वेटरी का डायरेक्टर था, तारकीय दूरी मापने की चिरकालीन समस्या को सुलझाने का निश्चय किया। हर्शेल के यूरेनस खोजने के तीन वर्ष पश्चात्, 1784 में बेसल का जन्म हुआ और हर्शेल की भांति वह भी ज्योतिर्विज्ञान में घुमावदार रास्ते से प्रविष्ट हुआ।

आरम्भ में वह एक व्यावसायिक फर्म में अप्रण्टिस था। स्वयं को अपने काम में निपुण बनाने के लिए जितना सम्भव हो सकता था, उसने अपनी फर्म के पूर्वी भारतीय व्यापार में प्रयुक्त विदेशी भाषाओं का अध्ययन किया। उसने नौचालन विद्या का भी अध्ययन किया जो ग्रहों और तारों के प्रेक्षण पर निर्भर होने के कारण उसे ज्योतिर्विज्ञान तक ले गयी। अनुकलन के अनिवार्यतः प्रयुक्त होने के कारण उसने स्वयं को गणित में भी निपुण

कर लिया।

अल्प समय मे उसके खगोल से सम्बंधित अनुसन्धानो ने उसे यूरोप-भर मे विख्यात कर दिया और हर्शेल की भाति उसने खगोल-विज्ञान के लिए अपनी सफल जीवनवृत्ति का त्याग कर दिया। 1818 मे उसने ब्रैडले की ग्रीनविच ऑब्जर्वेटरी के प्रेक्षणो को कम कर उनकी एक सूची निर्मित कर प्रकाशित की, जिससे 1755 मे 3,222 तारो की स्थिति अवगत होती है। इस काय को सम्पन्न करने के लिए उसने प्रेक्षणो को घटाने के नियम बनाए, एक ऐसी प्रक्रिया जिसका उपयोग प्रायोगिक त्रुटिरहित अनिवाय सूचना प्राप्त करने के लिए या कम-से-कम उस त्रुटि को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

तारकीय दूरियो को मापने का निश्चय कर लेने के पश्चात् बेसल का पहला कार्य ठीक तारे का चुनाव करना था। उसने विशाल वास्तविक गति का देदीप्यमान तारा '61 Cygni' चुना, जिसे खगोलज्ञो के मध्य 'वेगशील तारे' के नाम से जाना जाता था। बेसल ने अनुमान लगाया कि यह अन्य तारो की अपेक्षा अधिक निकट होगा और निरीक्षण के योग्य भी।

दो सौ साल पूर्व गैलीलियो ने सुझाव दिया था कि शायद धुँधले तारो के सान्निध्य मे उनसे अपेक्षाकृत अधिक चमकदार तारे की स्थिति को मापना सुगम होगा। बेसल ने इसी ढग को अपनाया। वष भर, छोटे-छोटे अन्तरालो के पश्चात् उसने '61 Cygni' के सान्निघ्य के दो धुँधले तारो से उसकी कोणीय दूरी का निरीक्षण किया। उसने हीलियोमीटर नामक विशिष्ट दूरदर्शक का उपयोग किया जोकि उस समय का सबसे अधिक सम्यक यन्त्र था और तारकीय स्थितियो के चाप का एक सेकड जितने लघु अश तक की माप ले सकता था।

उसे '61 Cygni' की प्रतीयमान गति को निरूपित कर पाने का अत्यन्त हष हुआ। 1838 के अन्त मे बेसल ने उसका लम्बन चाप के एक सेकड का तिहाई भाग, साठ सहस्र अरब मील की या सूय की दूरी से छ सौ हजार गुना से अधिक दूरी पर, होने की घोषणा की।

विश्व की सरचना के असीम मान का यह पहला प्रत्यक्ष प्रमाण था जो मनुष्य को प्राप्त हुआ। सूय, ग्रहो और उनके चन्द्रमाओ का सौर परिवार

तारकीय व्यवस्था का एक अल्प अंश था, जिसमें सूर्य सिर्फ एक औसतन तारा था।

ऐडम्स और लेवेरियर की भांति, बेसल तथा अन्य खगोलज्ञों ने इस कार्य में एक ही समय सफलता प्राप्त की। बेसल की सफलता के दो मास पश्चात्, टॉमस हेंडर्सन ने केप ऑफ गुड होप ऑब्जर्वेटरी पर अल्फा सेण्टॉरी के, जो दक्षिणी गोलार्द्ध का तीसरा दीप्तिमान तारा था, प्रेक्षणों के आधार पर घोषित किया कि उसने अल्फा सेण्टॉरी को माप द्वारा बीस सहस्र अरब मील की दूरी पर स्थित पाया है। वास्तव में यह सबसे समीप का तारा है। बेसल एवं हंडरसन और ऐडम्स एवं लेवेरियर के संदर्भ में दूसरी समानता रुचि की है। जिस भांति चैलिस वास्तव में गाल से पूर्व ही नेप्च्यून का प्रेक्षण कर चुका था किन्तु अपने प्रेक्षणों को साथ-ही-साथ न घटाने की वजह से नेप्च्यून का प्रत्यक्षतः उसे देखने वाला पहला अन्वेषक होने का सम्मान न पा सका। उसी भांति हेंडरसन बेसल से पूर्व अल्फा सेण्टॉरी के लम्बनिक हटाव को माप चुका था और अपने प्रेक्षणों के अध्ययन में देरी करने की वजह से बेसल से पूर्व घोषणा नहीं कर सका। हेंडरसन की घोषणा के एक वर्ष पश्चात् रूस की पुल्कोवा ऑब्जर्वेटरी से किए गए प्रेक्षणों के आधार पर फ्रेडरिक जी डब्ल्यू स्ट्रूव देदीप्यमान तारे वेगा की दूरी लगभग अस्सी सहस्र अरब मील निर्धारित करने में सफल हुआ।

खगोलज्ञों को यह नयी और महत्वपूर्ण उपलब्धि लगी जिससे महान बातों की अपेक्षा थी, किन्तु शीघ्र ही यह विचार बदल गया। उस काल की प्रेक्षण पद्धति मात्र कुछ ही दर्जन तारों की दूरी माप सकने में समर्थ थी। सौर परिवार की एक नियत दूरी के पश्चात् वस्तुओं के परिमाण के माप की अपेक्षा माप की त्रुटियां इतनी अधिक बढ़ जाती कि मापने का यह ढंग निरर्थक हो जाता।

बेसल की सफलता के पश्चात् सौभाग्य से खगोल विज्ञान को सहयोग के लिए एक नया यंत्र उपलब्ध हुआ, वह था कमरा।

1850 में देदीप्यमान तारों—वेगा और केस्टर—के प्रारम्भिक चित्र खींचे गए। उत्कृष्ट तरीकों के साथ सात वर्ष पश्चात् प्रत्येक आंख से देखे जा सकने वाले तारे का चित्र ले पाना संभव हो सका। अब जो खगोलज्ञ किसी तारे

की दूरी को मापना चाहता वह छ महीनो के अन्तराल पर नभ मे तारे के आस पास के क्षेत्र का चित्र खीच लेता। फोटो-प्लेटो के धुलने के पश्चात् वह उन पर तारकीय प्रतिबिम्बो की दूरी मापकर तारे की दूरी, धुंधले तारे के प्रतिबिम्वो के परिप्रेक्ष्य मे उसके प्रतिबिम्व का लम्बन मापकर प्राप्त कर सकता था।

ससार की विभिन्न ऑब्जर्वेटरियो मे कार्य करते हुए विभिन्न खगोलज्ञो ने तब से इस कार्य मे भाग लिया है और आज इस ढग से उपलब्ध हमे लगभग पाच हजार तारो की दूरियाँ ज्ञात हैं।

फोटो लेने के ढग का उपयोग सौर परिवार के तत्कालीन पडौस मे उपस्थित तारो तक सीमित है जोकि हमारे तारो की आकाशगगा के आकार की तुलना मे इतना छोटा घेरा है कि यदि हम आकाशगगा को एशिया महाद्वीप के आकार जितना मान लें तो यह घेरा एक काफी बडे शहर की सीमाओ के भीतर निहित रहेगा। सम्पूर्ण आकाशगगा को मापने के लिए नए ढग का पैमाना चाहिए था और यह नया पैमाना बेसल द्वारा '61 Cygni' की दूरी का माप जान लेने की एक शताब्दी पश्चात् ज्ञात हुआ। नया पैमाना पूरे अन्तरिक्ष मे छितरे तारो मे किसी विशिष्ट ढग के तारे का अनोखा व्यवहार था।

जब कुछ तारो का निरन्तर प्रेक्षण किया गया तो ज्ञात हुआ कि उनकी प्रतीयमान चमक स्थिर नही है बल्कि एक खास ढग से इस प्रकार घटती-बढती है कि चमक बढने और घटने के चक्र का क्रम बार-बार दुहराया जाता है। प्रत्येक चक्र किसी खास तारे के लिए समान समय के लिए रहता है और प्रत्येक तारे का चक्र भिन्न-भिन्न होता है। सम्पूर्ण चक्र की अवधि को आवर्तीकाल कहा जाता है और प्रेक्षणो को बहुत-से आवर्तीकालो तक दुहराने से उसके यथार्थ आवर्तीकाल को मापा जा सकता है। इसी समय इस तारे की औसतन चमक को भी किसी आसान पैमाने पर चिह्नित किया जा सकता है। इसलिए दो प्रेक्षित परिमाण एक आवर्तीकाल और औसतन प्रतीयमान चमक होते हैं।

इन तारो की श्रेणी मे पहले सदस्य डेल्टा सेफी की खोज के पीछे ये तारे सेफीयरी चर कहलाते हैं, आज हम विश्वास करते हैं कि ये वास्तव

मे सूर्य के व्यास से कई गुना बडे है । अन्तरिक्ष के समुद्र मे आकाशीय जेली फिश की भांति फैलते और सकुचित होते हुए ये तारे अत्यत वृहद्काय हैं। उनके गैसीय पदार्थ के बाहर और भीतर की ओर होते हुए अविरत दोलन से उनके धरातल क्षेत्र के ताप मे पाक्षिक परिवतन होता रहता है । इससे पृथ्वी से खगोलज्ञ को उनकी प्रतीयमान चमक बदलती दिखाई देती है। कुछ तारो मे यह प्रेक्षित आवर्तीकाल मात्र कुछ घटो का है जबकि दूसरो मे यह चालीस दिन से भी अधिक का है ।

इस शताब्दी के आरम्भ मे आकाश के प्रत्येक भाग मे सेफीयरी ढूढ लिए गए थे । खास तौर पर इन्हे छोटे और बडे मैगलेनिक बादलो मे पाया गया । दक्षिणी गोलार्द्ध मे स्थित ये बडे तारक-पुज स्पष्ट दिखाई देते हैं। इनका नामकरण प्रसिद्ध पुतगाली नाविक मैगलेन पर, जिसने पृथ्वी के प्रथम भूचक्रण की व्यवस्था की थी, हुआ है ।

छोटे मैगलेनिक बादल मे सेफीयरी तारो के आवर्तीकाल और प्रतीयमान औसतन चमक का अध्ययन करते हुए सन् 1912 मे अमेरिकन खगोलज्ञ मिस एच एस लीविट ने एक दिलचस्प खोज की । उसने ज्ञात किया कि उनके आवर्तीकालो और प्रतीयमान औसतन चमक के बीच एक निश्चित सम्बन्ध है । यदि वे आवर्तीकालो की उनकी बढोत्तरी के हिसाब से क्रमबद्ध करती है तो प्रतीयमान औसतन चमक भी उसी व्यवस्था मे क्रमबद्ध हो जाती है । वास्तव मे इससे वे बादल मे किसी भी सेफीयरी तारे का आवर्तीकाल माप लेने पर, अपने ग्राफ द्वारा उस आवर्तीकाल से सम्बन्धित प्रतीयमान औसतन चमक को ज्ञात कर, उस तारे की यथाथ प्रतीयमान औसतन चमक को पूवसूचित कर सकती थी ।

अब आकाश के बहुत छोटे क्षेत्र मे छोटा मगलेनिक बादल फैला हुआ है इसलिए यह मान लेने मे कोई कठिनाई न थी कि बादल पर दृष्टि-पात करने की रेखा बादल के सन्निकट के भाग से लेकर दूर तक के भाग की दूरी बादल की पृथ्वी से दूरी की तुलना मे अपेक्षाकृत कम होगी । इसलिए उसमे सन्निहित प्रत्येक तारे की दूरी को बादल की पृथ्वी से दूरी जितना माना जा सकता है । इससे यह स्पष्ट हो जाता है कि एक तारे से दूसरे तारे की प्रतीयमान औसतन चमक का अतर वास्तव मे दीप्ति का अतर ही

है, दूरी का नही ।

जैसे कि किनारे पर खडा एक व्यक्ति, एक दूर जाती नाव का शक्ति
शाली दूरदर्शक से निरीक्षण करने पर सभी यात्रियो को उतनी ही दूरी प
ले सकता है और यात्रियो की प्रतीयमान ऊँचाई का अन्तर वास्तविक महत्
नही रखता ।

मिस लीविट ने अनुमान किया कि सभी सेफीयरी तारो के आवर्त
कालो के प्रकाश की अस्थिरता और उनकी वास्तविक ज्योति के मध्य ए
सम्बन्ध है जो सभी तारो पर लागू होता है । यदि वे किसी सेफीयरी क
वास्तविक ज्योति माप सकती, चाहे वह कही भी स्थित हो, तब वे अपने ग्रा
मे प्रतीयमान चमक के स्थान पर वास्तविक चमक रख देने मे सक्षम होती
और इसी से सेफीयरी के प्रकाश की अस्थिरता का आवर्तीकाल मापक
वे अपने ग्राफ से उनकी वास्तविक दीप्ति जान सकती थी । यह ज्ञात हो
पर कि किसी भी 'वास्तविक दीप्ति के पिंड को किसी विशिष्ट प्रतीयम
दीप्ति जैसी दिखने के लिए अन्तरिक्ष की कितनी गहराई मे डूबना चाहि
वे छोटे मैगलेनिक बादल की दूरी का अनुकलन कर सकती थी ।

सौभाग्यवश कुछ सेफीयरी, जो सूर्य से बहुत दूर नही थे, उन
दूरियो का माप लिया गया, इससे उनकी प्रतीयमान दीप्ति से उनकी वास
विक ज्योति का अनुकलन करना सभव हो गया । मिस लीविट के ग्राफ़
प्रतीयमान औसतन चमक को वास्तविक चमक मे परिवर्तित करने की अ
वार्य सामग्री—प्रकाश की अस्थिरता के आवर्तीकाल ज्ञात थे । उससे इ
मैंगलेनिक बादल की दूरी अनुकलित की जा सकती थी । यह सबसे नि
के तारे अल्फा सेण्टॉरी से दस हज़ार गुना अधिक दूर पाया गया । तारक
दूरियो को मापने का यह तरीका अत्यधिक दूरव्यापी था ।

मिस लीविट के सेफीयरी चर का ज्योति-आवर्तीकाल नि
कहलाने वाली इस खोज के आगामी वर्षों मे आकाश मे मील के इन पत
ग्गा लगे, इनोद्वारा दूरी-सूचको के रूप में उपयोग किया गया । सम्पूर्ण आक
ग में छितरे हुए सेफीयरो के कारण आकाशगंगा की सरचना समझ
सुविधा हो गयी । यह भी ज्ञात हो गया कि सर विलियम हर्शेल का प्र
विचार, कि तारे एक ऐसी आयतन मे वितरित हैं जिसकी आकृति ब

जेबी घडी (या सान, जैसा कि उन्होने कहा) को भाति है, सत्य है। और सूय किसी भी भाँति मध्य मे स्थित नही है बल्कि मध्य से त्रिज्या को दो तिहाइ दूरी पर किनारे की ओर है। इसलिए अन्तरिक्ष मे धनुराशि के तारक-मडल के पास आकाशगगा के तार घने है। आकाशगगा के मध्य मे उसका केन्द्र करोडो सूर्यो, चमकीले और काले गैस एव धूल के बादलो से निर्मित है जिसके बीच मे हमारा सूय, अपने ग्रहो और चन्द्रमाओ के लघु परिवार के साथ, विशालकाय कक्षा मे घूमता है, जिसका एक सम्पूण चक्र बनाने मे उसे बीस करोड वर्ष लगते हैं।

सूर्य आकाशगगा के मध्य की अपेक्षा किनारे के नजदीक एक औसतन तारा है। यह वर्तुलाकार झुंडो मे पाए जाने वाले सेफीयरी समूहो के अध्ययन से भी सिद्ध हो जाता है। औसतन पचास हजार तारो का समूह इनमे से प्रत्येक तारकीय पिंड मे सन्निहित है और प्रत्येक समूह अपनी कक्षा मे आकाशगगा के चारो ओर भ्रमण करता है। छत्ते के आस-पास घूमती हुई मधुमक्खियो की भाँति समूह के भीतर उसके केन्द्र के चारो ओर प्रत्येक तारे की अपनी व्यक्तिगत कक्षा है।

अमेरिकन खगोलज्ञ हब्बॅल ने इन पिंडो मे समाविष्ट सेफीयरी का उपयोग उनकी दूरी मापने के लिए किया। उसने पाया कि यह उस गोले के केन्द्र मे सन्निहित है जिसका केन्द्र आकाशगगा का केन्द्र है। यह गोला प्रमुख आकाशगगा के तारो को अपने भीतर समाविष्ट करता है और सूय गोले के केन्द्र से बहुत दूर स्थित है।

आकाशगगा के भीतर की दूरियाँ इतनी बडी है कि खगोलज्ञो ने लम्बाई मापने की नयी इकाई प्रचलित की जिसमे सख्याएँ छोटी हो जाएँ और उनकी गणना करने मे आसानी हो। यह इकाई प्रकाश-वर्ष है जो कि एक वर्ष मे प्रकाश द्वारा गमन की गयी दूरी है और लगभग छ सहस्र अरब मील है। इस पैमाने पर सबसे निकट का तारा $4\frac{1}{3}$ प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है। इनकी अपेक्षा सूय पृथ्वी से मात्र आठ प्रकाश-मिनट दूर है सूय की किरण हमारे और सूय के मध्य अन्तराल (9,30 00 000 मील) को पार करने मे केवल आठ मिनट लेगी।

यदि हम सम्पूण सौर परिवार को पैनी की आकृति का बना दें तब

आकाशगगा का परिमाण एशिया जितना होगा।

सेफीयरी के ज्योति-आवर्तीकाल के नियम के समय से ये कुछ तथ्य थे जो शेपले और उसके सहयोगियो द्वारा स्पष्ट किए गए।

इस नियम की उपयोगिता अभी समाप्त नही हुई थी। बीसवी शताब्दी के पूर्व दूरदर्शको मे प्रकाश के धुंधले धब्बो की भाँति दिखाई देने वाली नीहारिकाओ के अस्तित्व का ज्ञान खगोलज्ञो को आकाशगगा की जानकारी के काल से ही था। कुछ खगोलज्ञो का विश्वास था कि ये ऐसे तारकीय तत्र है जो इतनी दूर हैं कि उनमे सन्निहित तारो को एक-दूसरे से विलग करना मुश्किल है जबकि अन्य खगोलज्ञो का अनुमान था कि वे हमारी आकाशगगा के भीतर ज्योतिमय गैस के बादल थे। उनकी दूरी अज्ञात होने पर, दूसरा सिद्धान्त ठीक हो सकता था।

माउट विल्सन पर विशालकाय 60-इच और 100-इच के दूरदर्शको के पूर्ण होने पर, इन पिंडो का चित्र लेना और इनकी सरचना का अध्ययन करना सम्भव हो सका। बहुत-सी स्थितियो मे नीहारिका सर्पिल दिखायी दी। केन्द्र (nucleus) के दूसरी तरफ से निकलती हुई ज्योतिमय भुजाएँ केन्द्र के चारो ओर लिपटने से पूम दिखाई दी। वे बहुत-कुछ सूरजमुखी-चक्र नामक आतिशबाज़ी की भाँति लगती थी। चूंकि ये नीहारिकाएँ सभी कोणो पर सम्पूर्ण अन्तरिक्ष मे छितरी पडी थी, इससे स्पष्टत देखा जा सकता था कि वे सब आकाशगगा की आकृति की भाँति थी।

अमेरीकन खगोलज्ञ एडविन हबल ने कुछ विशिष्ट तरीको का उपयोग कर सन् 1919–26 तक के वर्षों मे सन्निकट की कुछ नीहारिकाओ के चित्र 60-इच और 100-इच के दूरदर्शको द्वारा खीचे जिससे निष्कर्षत स्पष्ट हो गया कि सर्पिल भुजाएँ तारों से भरपूर हैं। फोटोग्राफिक प्लेट पर चित्रित लाखो धुधले तारो मे कुछ लम्बे आवर्तीकालो के सेफीयरी भी थे।

मिस लीविट के नियम के उपयोग से इन नीहारिकाओ की दूरी की सगणना की गयी। वे हमारी आकाशगगा की सीमाओ से बहुत दूर बाहर स्थित पायी गयी। इसके अतिरिक्त उनकी दूरियाँ ज्ञात होने पर, उनके प्रतीयमान परिमाण का उपयोग उनके वास्तविक परिमाण को जानने के लिए किया जा सकता था। हबल की सगणना के अनुसार ये पिंड आकाश-



हब्ल ने 100-इंच के दूरदर्शक द्वारा नीहारिकाओं के चित्र लिए।

गगा जितने बडे पाए गए। वास्तव मे वे दूसरी आकाशगगाएँ थी, दूसरे द्वीप विश्व।

आगामी वर्षो मे एडविन ह्बल ने आकाशगगाओ के क्षेत्र मे दूरव्यापी अनुसन्धान किए। वह अत्यन्त उत्साही, प्रतिभाशाली और आकर्षक व्यक्ति था। उसके मित्र एव सहयोगी एम एल ह्यूमेसन ने ह्बल के साथ अपनी पहली भेंट मे प्राप्त गहन प्रभाव के सम्बन्ध मे लिखा है

"वह 60-इच के न्यूटनीय फोकस पर चित्र ले रहा था और खडा होकर अपना मार्ग-निर्देश कर रहा था। उसने मुह मे पाइप दाब रखी थी, उसकी ऊँची आकृति, आकाश की पृष्ठभूमि मे स्पष्टत रेखाकित थी। तेज हवा चाबुक की भाति मिलिटरी ट्रेंच कोट को उसके शरीर के इर्द-गिर्द लपेट देती और कभी-कभी उसकी पाइप से चिनगारियाँ निकालकर गुम्बद के अधेरे मे उडा देती।"

यह एक अन्य खगोलज्ञ था जिसने अपना जीवन एक अलग पेशे मे प्रारम्भ किया था। ह्बल ने ऑक्सफोड से विधि-शास्त्र मे डिग्री प्राप्त की जहाँ ऐडम्स की भाँति वह विभिन्न खेलो, घटनाओ को चिह्नित करने और बॉक्सिग से लेकर अन्य खेलो मे सवश्रेष्ठ रहा। अमेरिका लौटने पर उसने कुछ समय तक बैरिस्टरी की और अन्त मे यर्कस ऑब्जर्वेटरी पर खगोलज्ञ बनने के लिए हमेशा के लिए उसका त्याग कर दिया।

जब वह आकाशगगाओ का, जोकि हमारी आकाशगगा के काफी नजदीक थी ताकि उनमे सनिहित सेफीरियो का निरीक्षण किया जा सके, अध्ययन कर रहा था तब वह दूरियो का अनुकलन ज्योति आवर्तीकाल के नियमानुसार कर सकता था। उनके भीतर सन्निहित अत्यन्त दीप्तिमान नीले तारो की ज्योति का भी उपयोग किया जा सकता था, यदि यह मान लिया जाता कि ये तारे हमारी तारकीय व्यवस्था के गर्म नीले तारो जितनी वास्तविक चमक के हैं। इन तरीको के उपयोग से वह साठ लाख प्रकाश-वर्ष की दूरी माप सका और उसने काफी आकाशगगाओ को ज्ञात किया जिनकी सख्या चालीस थी। किन्तु जब उसके सम्मुख उन धुधली आकाशगगाओ की दूरी मापने की समस्या आयी, जिनके भीतर के किसी भी तारे को अलग से नही पहचाना जा सकता था, उसे किसी अन्य तरीके के सम्बन्ध मे मनन

करना पड़ा ।

उसने यह भी चिह्नित किया कि आकाशगगाएँ अन्तरिक्ष मे एक रूपता से नही विखरी हुई है बल्कि अक्सर वे झुण्डो मे मिलती हैं जिनमे से कुछ मे हज़ारो आकाशगगाएँ होती है। झुण्ड के सदस्यो का परीक्षण करने पर उसने पाया कि उनकी चमक एक सदस्य से दूसरे सदस्य तक एक खास ढग से परिर्वातत होती है । चूकि वे सब लगभग एक-जितनी दूरी पर थी, इसलिए उनकी चमक की विभिन्नता वास्तविक थी और विभिन्न दूरियो के कारण नही थी । वास्तव मे आकाशगगाओ के झुण्ड के सदर्भ मे हवल उसी तर्क का उपयोग कर रहा था जिसका उपयोग मिस लीविट ने छोटे मैगले-निक बादल मे सेफीयरी तारो के सदभ मे किया था ।

अब उसने अन्य झुण्डो का निरीक्षण किया और पाया कि साधारणत एक झुण्ड के सदस्यो मे दीप्ति-विभाजन का ढग समान रहता है । वैसे सभवत अन्य की अपेक्षा अधिक दूर के झुण्डो के सभी सदस्य समीप के झुण्डो के अपेक्षाकृत अधिक धुधले होगे ।

हवल ने अनुभव किया कि इन धुधले झुण्डो की दूरी का अनुमान यह मान लेने पर लगाया जा सकता है कि उनकी औसतन चमक समान होगी और उनकी प्रतीयमान औसतन चमक का अन्तर उनकी विभिन्न दूरियो के कारण होगा । इसके अतिरिक्त कन्या राशि के तारक पुज मे सन्निहित आकाशगगाओ के महान पुजो की दूरी को उनके भीतर दिखाई देने वाले तारो के द्वारा पहले ही मापा जा चुका था । इससे हवल को नए सिरे से काम प्रारम्भ करने का विचार मिला । आगामी वर्षो मे उसने ज्ञात विश्व की सीमाओ को इतना अधिक विस्तृत कर दिया कि अन्तरिक्ष की खाई को पार करने मे उन क्षेत्रो से आने वाली प्रकाश किरण को करोडो वर्ष लग जाते जो खगोलज्ञ की फोटोग्राफिक प्लेट पर इन दूर के ससारो के प्रति-बिम्बो को अकित कर देती था ।

बेसल हेडरसन, स्ट्रूव, लीविट और आकाश मे मील के पत्थरो को चिह्नित करने वाले व्यक्तियो के पदचिह्नो का अनुसरण करते हुए आज भी ससार की प्रेक्षणशालाओ मे खगोलज्ञ हवल द्वारा प्रारम्भ किए काय को, विश्व के आकार के सम्बन्ध मे मनुष्य का ज्ञान बढाने के लिए, अविरत रूप से कर

रहे ह । जैमा कि एडविन हबल ने कहा "पृथ्वी पर अपने घर से, हम दूर देखन का और जिम विश्व मे हम उत्पन्न हुए है उसकी कल्पना करने का प्रयाम करत है। आज हम अन्तरिक्ष की गहराइया तक पहुँच गए है। अपने मनिकट पडौम म हम बहुत अच्छी तरह परिचित ह । बढती हुई दूरी के माथ हमारा ज्ञान कम हाता जाता है और तर्जो मे कम हाता जाता है, हम प्रेक्षणो की भयकर त्रुटियो के मध्य धुधले क्षितिज के चिह्न खोजन की चेष्टा करने लगते है जो कि वास्तव मे नही होते, परन्तु यह खोज जारी रहेगी। यह आकाक्षा इतिहास से भी प्राचीन है। इसकी तुष्टि नही हुई है और यह दबेगी भी नही।"

आठवाँ अध्याय

तारो को देखने की खिडकी

यह एक ऐसे व्यक्ति के जीवन और उसके स्वप्नो की कहानी है जिसका खगोलिक अन्वेषणो से कोई सीधा सम्बन्ध नही है। फिर भी खगोल-विज्ञान के महान् क्षणो पर लिखी गयी कोई भी पुस्तक जाज ऐलरी हेल और 200-इच वाले दूरदर्शक के निर्माण के सम्बन्ध मे लिखित अध्याय के बिना अधूरी होगी।

अधिकाधिक धुधले पिंडो की ओर जैसे-जैसे खगोलज्ञ सुविज्ञात विश्व की सीमाओ को विस्तृत करता गया उसकी हमेशा एक पुकार रही—'और अधिक प्रकाश!' दूरदर्शक का काम है मनुष्य की आख से अधिक प्रकाश को एकत्रित कर उसे प्रकाश की एक सकीर्ण किरण मे केन्द्रित करना जो कि आंख की पुतली मे प्रवेश कर सके या जिसमे फोटोग्राफिक प्लेट पर प्रभाव डालने की क्षमता हो। कई बार यह प्रभाव फोटोग्राफिक प्लेट को घटो खुला रखने के पश्चात् उपलब्ध होता है। इस समय के बीच दूरदर्शक को पिंड पर नियन्त्रित रखा जाता है और उसकी चालक-मोटर उसे आकाश की प्रतीयमान कोणीय गति के साथ घुमाती रहती है।

प्लेट बन जाने के पश्चात् खगोलज्ञ दूर के पिंडो के इन धुधले प्रतिबिम्बो का अध्ययन सुविधापूर्वक कर सकता है जिन्हे वह दूरदर्शक द्वारा कभी भी सीधे नही देख सकता। बडे दूरदर्शक अधिकतर कैमरे के रूप मे उपयुक्त होते हैं और खगोलज्ञ उनका सीधा उपयोग कभी कभार ही करते हैं।

अभिदृश्यक लेस या दर्पण के (यदि वह परावर्तक हो, जैसे कि अधिकाश बडे दूरदर्शक होते हैं) क्षेत्रफल पर दूरदर्शक की प्रकाश-केन्द्रण शक्ति निर्भर करती है। यदि हम लेस या दर्पण के व्यास को दुगना कर देते हैं तो उसका क्षेत्र चार के गुणनखण्ड से बढ जाता है और इसके कारण वह तारे से जितना प्रकाश एकत्रित करता है वह भी उसी गुणनखण्ड जितना

बढ़ जाता है।

गैलीलियो के नगण्य का व्यास मात्र एक या दो इंच था। आज ऐलरी हेल के खगोल विज्ञान में रुचि लेने के समय लार्ड रोज का 72-इंच का परावर्तक, जिसका निर्माण 1815 में आयरलैंड में हुआ था, उस समय का सबसे विशालकाय दूरदर्शक था। इस विशालकाय दूरदर्शक के दर्पण का भार ही चार टन था। उस समय उससे बहुत से यद्यपि छोटे दूरदर्शक यूरोप में थे, परन्तु 1825 में जॉन क्विन्सी ऐडम्स को समस्तिका की कांग्रेस में कहना पड़ा कि, "एक अमेरिकन होने के नाते यह कहने में मुझे गर्व नहीं है कि सम्पूर्ण अमेरिकन गोलार्द्ध में इस भांति का एक भी दूरदर्शक नहीं है।"

1868 में, जिस वर्ष हेल का जन्म हुआ था, स्थिति में काफी-कुछ सुधार हो चुका था, और 1892 में जब हेल शिकागो में एक खगोलज्ञ के रूप में, 'वैज्ञानिक उन्नति के लिए अमेरिकन संघ' की एक सभा में उपस्थित हुआ था तब अमेरिका के पास कलीफोर्निया में माउंट हैमिल्टन पर 36 इंच का एक वर्तक था।

दूरदर्शी और ऐसे व्यक्तियों को, जो सहायक हो सकते थे, विश्व में सबसे विशाल दूरदर्शक बनाने के लिए अपना सहयोगी बनाने के लिए प्रेरित करने की कला की पहली उपलब्धि इस गोष्ठी में हेल को प्राप्त हुई। इसमें उसने सुना कि दो 40-इंच के शीशे के मंडलक पेरिस में हैं। उसने महान दूरदर्शक निर्माता एलवन क्लाक को उन लैंसों को रगड़ने के लिए उत्साहित किया तथा ट्रामगाड़ी के उच्च पदाधिकारी सी टी यर्कस को इसका व्यय देने के लिए प्रेरित किया और कुछ ही समय में यर्कस ऑब्जर्वेटरी को इसके युवा डायरेक्टर हेल के कारण, संसार का सबसे विशालकाय वर्तक उपलब्ध हो गया। अपने जीवन में हेल को चार बार अपने समय के विशालकाय दूरदर्शकों के लिए धन एकत्रित करना पड़ा—40-इंच के यर्कस वर्तक के लिए, 60 इंच और 100 इंच के माउंट विल्सन के परावर्तकों के लिए और अन्त में 200 इंच के दूरदर्शक के लिए।

मूलतः हेल प्रशासक या संस्थापक न था। खगोलीय अनुसंधान करने की आकांक्षा उसमें बहुत पहले से ही थी और वह कभी भी इतना प्रसन्न नहीं होता था जितना कि तब जब वह लम्बी अवधि के लिए

दूरदर्शक पर काम कर रहा होता या अपने प्रेक्षणों को घटाने और नए यंत्रों की रूपरेखा बनाने में निमग्न होता।

जब वह चौदह वर्ष का था तब उसके पिता ने उसे चार इंच के छेद का एक पुराना क्लार्क वर्तक लाकर दिया। उससे उसने शनि, बृहस्पति, चंद्रमा तथा अन्य आकाशीय पिंडों को देखा। इन पिंडों के आश्चर्यजनक दृश्यों ने उसके मन में वास्तविक अनुसंधान करने की तीव्र उत्कंठा पैदा कर दी। बहुत वर्षों पश्चात् उसने लिखा "मैंने दूरदर्शक के साथ प्लेट पकड़ने वाले को लगा दिया और सूर्य के अधूरे ग्रहण का चित्र लिया। मैंने सूर्य-कलंकों का निरीक्षण करना प्रारम्भ कर दिया और उनके चित्र भी खींचे। इस भाँति मैं एक नौसिखिया खगोलज्ञ बन गया।"

खगोल-विज्ञान ने उस पर जादू कर दिया था। मैसाच्युसेट्स इन्स्टीट्यूट ऑफ टैक्नोलोजी, हावर्ड कलिज की ऑब्जर्वेटरी, पोटस्डम ऑब्जर्वेटरी और बर्लिन के विश्वविद्यालय का प्रशिक्षण और शिक्षा का लक्ष्य उसे उसके व्यवसाय के विषय में निपुण करना था, जिसको उसने सफलता से निभाया।

अपने इर्द-गिर्द प्रतिभासम्पन्न व्यक्तियों के पुंज को एकत्रित कर, जैसा कि उसने अपने बाद के जीवन में अक्सर किया, 1897 में उसने यर्कस ऑब्जर्वेटरी बनायी। उसके चरित्र में काफी विशिष्टताएँ थीं और उन्हीं में से एक उसकी जीवन के प्रत्येक पक्ष में व्यक्तियों को अपने दृष्टिकोण में सहयोगी बनाकर उत्साहित करने की क्षमता थी, जिससे वे सब उसकी नेतागीरी के नीचे संगठित होकर उसके स्वप्न को यथार्थ बनाने में कार्यरत हो जाते।

इस बीच उसने स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ का आविष्कार किया। यह महत्वपूर्ण आविष्कार था। इससे सूर्य के प्रतिबिम्ब का प्रकाश के एक रंग में निर्माण हो सकता था। सौर परिवार की भौतिक प्रतिक्रियाओं को समझने में और उनका अध्ययन करने में यह एक अत्यधिक महत्वपूर्ण उपकरण बन गया।

अपने आविष्कार को सुधारने के लिए हेल ने प्रेक्षण के लिए अच्छे स्थान की खोज प्रारम्भ कर दी। वह किसी ऊँचे पर्वत को चाहता था जहाँ पृथ्वी के वातावरण में कम अशान्ति हो ताकि प्रतिबिम्ब में विकृति न आ

पाए। माउट विलसन को चुना गया जो कि एक आदर्श स्थान था और माउट विल्सन पर सौर प्रेक्षणशाला का निर्माण हुआ। शीघ्र ही हेल अपने अपरिमित उत्साह और शक्ति से वहाँ पर 60 इच के दूरदर्शक को स्थित करने की रूपरेखा बनाने मे कार्यरत हो गया। दिसम्बर 1908 मे यह यत्र पूर्ण हुआ। प्रतिभासम्पन्न निरीक्षक प्रोफेसर बर्नार्ड ने इसके द्वारा दिखाई देने वाली आकाशगगा के विभिन्न भागो के दृश्य की व्याख्या की "तारे काले मखमल पर हीरो की भाँति लग रहे थे। आकाश सघन और काला था तथा तारे प्रकाश के जीवन्त बिन्दुओ की भाँति चमक रहे थे।" चार घटे के एक्सपोजर के पश्चात् सीरियस से दस करोड गुना कम चमकीले तारो के चित्र खीचे जा सके।

परन्तु हेल सतुष्ट नही हुआ था। उसने और अधिक विशालकाय दूरदर्शक की कल्पना करनी आरम्भ कर दी।

अपनी विशिष्ट प्रेरणा के कारण वह धनी अमेरिकन जे डी हूकर से मिला, जिसने कहा कि वह 100-इच के दर्पण का प्रबन्ध कर देगा। कार्य को पूरा करने के लिए शेष धन का अनुदान कार्नेजी इस्टीट्यूट ने दिया।

इस विशालकाय तश्तरी को ढालने और पकाने का काम भयकर कठिनाइयो से भरा हुआ था। फिर भी अन्त मे फ्रास के सेट गोबिन ग्लास-वर्क्स को इस कार्य को सम्पन्न करने के लिए प्रेरित किया गया। अत्यधिक कठिनाइयो के पश्चात् 1908 मे 100 इच के दर्पण को ढाला गया और 1917 मे दूरदर्शक जाँच के लिए पूरा तैयार हो गया।

उस पहली रात्रि को हेल, माउट विलसन ऑब्जर्वेटरी के डायरेक्टर वाल्टर एस ऐडम्स और अग्रेज कवि अल्फ्रेड न्वायस के साथ विशालकाय दूरदर्शक को देखने गया। उसे पूर्व की ओर घुमाकर बृहस्पति ग्रह पर स्थित किया। हेल ने उसमे देखा और फिर ऐडम्स को देखने के लिए वह वापिस लौटा। दोनो व्यक्ति उद्विग्न हो उठे थे। एक-दूसरे के ऊपर चढे हुए असख्य प्रतिबिम्बो के भयावह भ्रम से नेत्रिका भरा हुआ था। स्पष्ट रूप से दर्पण प्रत्यक्ष असफलता लग रहा था। शायद विशालकाय दर्पण की आकृति उसे हिलाने से उसके भार के दबाव की वजह से परिवर्तित हो गयी थी ?

तभी किसी ने उन्हे सूचना दी कि गुम्बद उस दिन कर्मचारियो द्वारा

खुला छोड दिया गया था। उन्होने एक दूसरे की तरफ देखा, उनमे अस्पष्ट-सी आशा उमगी। हो सकता है कि सूर्य दर्पण पर चमका हो। वे यह निणय करने के लिए केवल प्रतीक्षा कर सकते थे। कुछ घटो के लिए वे दूरदशक के पास रहे, प्रतिविम्ब मे बहुत कम सुधार हुआ था। रात को तीन बजे मिलने का वायदा कर हेल और ऐडम्स ने जाकर सोने का निश्चय किया। किन्तु दोनो को नीद नही आयी और वे निश्चित समय से पूव ही दूरदशक के पास पहुँच गए।

इस समय चूकि वृहस्पति पश्चिम मे उनकी पहुँच के बाहर था, उन्होने 100-इच के दूरदशक को वेगा तारे पर स्थित किया। हेल ने दूरदशक से देखा। नेत्रिका मे तारे का प्रतिविम्ब प्रकाश के तीव्र, लगभग चकाचौंध कर देने वाले, बिन्दु के रूप मे दिखाई दिया।

हेल की उदासी दूर हो गयी। दपण एक सफलता था और उसकी सभावना मे उसका विश्वास सिद्ध हो गया था। तब से हूकर का 100 इच के दरदशक का निरन्तर उपयोग होता रहा। इसके द्वारा आकाशगगा से इतर के अन्तरिक्ष के गहन विस्तार स्पष्ट हो गए। तारो की असख्य आकाश-गगाओ के चित्र खीचे गए और उनका अध्ययन किया गया। 60- और 100-इच के दूरदशको की काय-क्षमता तथा अपनी अन्तरिक्ष मे और अधिक पैठने की एव और अधिक शक्तिशाली प्रकाश एकत्र करने वाले यत्र के निर्माण करने की आकाक्षा के कारण वह 200-इच के दपण के स्वप्न लेने लगा।

60 इच के निर्माण मे दस हजार डालर लगे थे, 100-इच का मूल्य बढकर 600 000 डालर हो गया था, 200 इच मे कितना व्यय होगा ? इस दैत्य के लिए पैसा कौन देगा ? और इससे महत्वपूर्ण यह बात थी कि, क्या इसका निर्माण हो सकता है ? 1917 के पश्चात् हेल के मस्तिष्क को कभी भी इन प्रश्नो से मुक्ति नही मिली।

'पृथ्वी के धरातल के प्रत्येक वग इच पर तारो का प्रकाश पडता है" 1928 म उसने हापस मैगजीन म लिखा 'और हम अधिक-से अधिक 100 इच व्यास वाले क्षेत्र पर किरणो को एकत्रित और केन्द्रित कर सकते हैं। मुझे कभी भी विशालकाय दूरदशको की सम्भावना की भविष्यवाणी करना अच्छा नही लगा किन्तु आज की स्थितियाँ अतीत मे इतनी परिवर्तित

हो गयी हैं कि अधिक सावधानी की आवश्यकता नही महसूस होती। यह प्रश्न शेष रहता कि क्या हम सुरक्षापूर्वक 200-इंच के या उससे भी अधिक अच्छा हो पच्चीस फुट व्यास वाले दर्पण का निर्माण नही कर सकते हैं ?"

अब हेल का स्वास्थ्य गिरने लगा था। वास्तव मे 1910 के पश्चात्, कभी कभी वह मस्तिष्क मे अधिक रुधिर-संचार के आक्रमणो से पीडित हुआ करता था, जिसके कारण उसे भयकर दर्द होता था और वह स्वय का मानसिक रूप से शिथिल अनुभव करता था। ये आक्रमण अक्सर उसके लम्बी अवधि तक वैज्ञानिक कार्यों पर ध्यान केन्द्रित करने के पश्चात् होते है—यह ज्ञात होने पर उसने स्थिति-परिवर्तन करने के लिए अनुसन्धान कम कर, अपने समय को मुख्यत लेखन-कार्य करने, व्यवस्थाएँ करने और सम्पादन-कार्य करने मे लगा दिया। इस क्षेत्र मे भी उसने अपनी प्रखर बुद्धि और आकर्षक व्यक्तित्व का उपयोग किया। उसी के कारण 'अमेरिकन नेशनल रिसर्च काउंसिल' बनी, इसके अतिरिक्त उसने कई अन्तर्राष्ट्रीय संगठनो को आकार दिया और उनका मार्ग निर्देश किया। तत्पश्चात् भी वह सौर-अनुसन्धान कार्य करता रहा। उसने स्पेक्ट्रोहीलियोस्कोप का आविष्कार किया, जो स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ से, जिसका आविष्कार वह कई वर्ष पूर्व कर चुका था, सम्बद्ध एक अत्यन्त महत्वपूर्ण यंत्र है। जहाँ स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ से सूर्य के चित्र प्रकाश के एक रंग मे खीचे जा सकते थे, वहाँ स्पेक्ट्रोहीलियोस्कोप से खगोलज्ञ सीधे सूर्य को केवल एक रंग के प्रकाश में देख सकते थे।

1928 मे, जिस वर्ष 'हार्पस मैगज़ीन' मे लेख लिखा था, उसी वर्ष हेल को 200-इंच के दूरदर्शक की काफी प्रत्याशाएँ बधी। विश्व के सम्बन्ध मे मनुष्य का ज्ञान बढाने मे इस दैत्य के कार्य के सम्बन्ध मे उसने काफी प्रभावशाली व्यक्तियो मे रुचि उत्पन्न कर दी। इन लोगो मे रॉकफेलर इटरनेशनल एण्ड जनरल एजुकेशन बोर्ड के प्रधान विक्लिफ रोज, कार्नेजी इस्टीट्यूट के प्रधान जॉन सी मेरियम और कैलिफोर्निया इस्टीट्यूट की एक्जिक्यूटिव काउंसिल के चेयरमैन रॉबर्ट ए मिलिकन भी थे।

अब तक यह ज्ञात हो गया था कि दूरदर्शक पर कम-से-कम साठ लाख डालर व्यय होंगे। लोगो से सम्पर्क स्थापित करने के लिए हेल ने हजारो मील की यात्राएँ की असख्य पत्र लिखे, अपनी पूरी प्रेरित करने की शक्ति

के साथ वार्तालाप किए, तथ्यो को क्रमबद्ध किया। इसके अतिरिक्त उसने अपने श्रोताओ को 200-इच के दूरदर्शक की महान आकाक्षा को, जो उसे जीवन्त बनाए थी, अनुभव कराया।

बहुत बार वार्तालाप के दौरान, उसकी आशाएँ जो फलीभूत होती महसूस होती, भविष्य के प्रशासन और नीति से सम्बधित अकस्मात् ही चिन्तित कर देने वाली कठिनाइयो के कारण धूल धूसरित हो जाती। मई 1928 मे आखिरकार रॉकफेलर बोर्ड ने दूरदर्शक के निर्माण के लिए साठ लाख डालर का अनुदान देना स्वीकार कर लिया। पूरे निर्माण-कार्य के लिए व्यय प्राप्त हो जाने के कारण हेल का आनन्द अपरिमित था।

"1892 से मैंने अपनी जिन्दगी का अधिकाश भाग यकर्स और माउट विल्सन की प्रेक्षणशालाओ के लिए चदा एकत्रित करने मे व्यतीत किया है," उसने कहा, "और वर्तमान के विशालकाय कार्य के लिए बिना किसी ऐसे परिश्रम के अनुदान पाने पर जो आनन्द मिला है उसे अभिव्यक्ति देना असम्भव है।"

हेल इस परियोजना का सभापति बना। इसकी विभिन्न समितियो एव कार्यकर्ता-दलो मे विभिन्न क्षेत्रो के प्रतिनिधियो ने भाग लिया, जिनमे खगोल-विज्ञान के अतिरिक्त भौतिक-विज्ञान, रसायन-शास्त्र, गणित, वायु यान-सचालन-कला, भूकम्प-विज्ञान, अन्तरिक्ष-विद्या एव इजीनियरिंग के व्यक्ति थे। शिल्पकारो, चक्षु-वैज्ञानिको, कलाकारो एव इलेक्ट्रॉनिक इजीनियरो ने भी सहायता दी। "सभी ने," जैसा कि हेल ने कहा, "व्यक्तिगत ख्याति और व्यावसायिक लाभ की इच्छा तथा अपने अन्य कामो को छोडकर अत्यधिक सहायता की।"

किसी अन्य अवसर पर उसने कहा, "रूपरेखा और निर्माण की लम्बी अवधि के मध्य, जिसमे हम मे से शायद कुछ व्यक्ति नही रहेगे, स्पष्टत यान्त्रिक समस्याएँ सबसे अधिक है।"

हेल जानता था कि उसका मुहावरा "कि शायद हम मे से कुछ व्यक्ति नही रहेगे" सभवत उसी के लिए भविष्यवाणी सिद्ध होगी। वह नही जानता था कि वह कितने वर्ष और जीवित रहेगा। यदि योजना के प्रारम्भिक काल मे उसे बताया जाता कि इसमे कितना समय लगेगा तो उसे विश्वास

भी न होता ।

सबसे पहले 200-इच की मडलक ढालने को, जो काय का सबसे अधिक कठिन भाग था, चुना गया। विलयित स्फटिक और पाइरेक्स के अतिरिक्त दपण की सरचना के सम्बन्ध मे अनेक सुझाव दिए गए। स्फटिक मे अनेक विशिष्टताएँ होती हैं। इसलिए इतने विशालकाय दर्पण के निर्माण के लिए इसको प्रयुक्त करने के सुझाव पर अत्यधिक बल दिया गया और सवसम्मति से तय हुआ कि इस पदाथ को प्रयुक्त करके देखना चाहिए। हेल को इसके सफल सिद्ध होने पर पूण रूप से विश्वास न था, परन्तु यह एक जुआ था और अवसर देना आवश्यक था।

विलयित स्फटिक सूक्ष्म स्फटिक की रेत से बनता है जिसे भट्टी मे गरम कर पिघलाया और ढाला जाता है। छोटी तश्तरियो मे ढालने की समस्याएँ कठिन है किन्तु उसका हल भी हो सकता है। 22-इच को सफलतापूवक निर्मित किया गया। एक वर्ष पश्चात् 60-इच की तश्तरी को ढाला गया, किन्तु इन प्रयोगो पर हुआ व्यय चिन्तित कर देने वाला था। हेल ने कहा, "इनकी व्यय करने की क्षमता आतकित कर देने वाली है।"

किसी के भट्टी को जल्दी खोल देने के कारण पहली तश्तरी, जो ठडी होने से पूव पूण हो गयी थी, तडक गयी। उस परिमाण की दूसरी तश्तरी ठीक नही बनी थी। जितने धन और समय का अपव्यय हुआ था उसे सहना मुश्किल था। तीन वर्षों मे 639,000 डालर व्यय करने के पश्चात् भी स्फटिक मे 200-इच की तश्तरी को सफलतापूर्वक ढाल सकने के कोई चिह्न नही नजर आ रहे थे। बहुत हिचक के पश्चात् स्फटिक को त्यागकर पाइरेक्स का प्रयोग करने का निश्चय हुआ। पाइरेक्स कुछ खास किस्म के शीशो को कहा जाता है जिनमे ताप का अवरोध करने की क्षमता होती है। इसी समय हेल ऐसे दर्पण की रूपरेखा, जिसकी पीठ पत्ती की रीढ वाली जेबो और छडो से बनी हो, बनाने के लिए मान गया। इस प्रकार की सरचना से उसका भार आधा हो जाता था और दूरदशक पर दपण को चढाते समय भीतरी सहारे का प्रयोग किया जाता था।

पुन प्रारम्भ मे छोटी तश्तरियो को बनाने की चेष्टा की गयी। कॉर्निंग ग्लास कम्पनी ववस मे 26-इच और 30-इच के पश्चात् 60 इच

और 120 इंच के दर्पण सफलतापूर्वक ढाले गए। मनकी पत्तीदार रीढ़ की पीठ थी जिसके कारण ढालने की प्रक्रिया मे बडी कठिनाई का सामना करना पडा था। जून 1933 म 120-इंच के ढलने से हेल आह्लादित हो उठा। शायद वह 200-इंच को यथार्थ बना देखने के लिए जीवित रहेगा।

रविवार, 25 मार्च 1934, 200-इंच के दर्पण को ढालने की महत्वपूर्ण तिथि थी। हजारो दर्शको ने, जिनमे वैज्ञानिक और समाचारपत्रो के व्यक्ति भी थे, बालकनी से विशालकाय गरजती हुई भट्टी मे, जिसमे 65 टन पिघला हुआ शीशा था और जो उनकी आंखो को चौंधिया रहा था, होती प्रक्रियाओ को देखा। इस शीशे को बडे बडे चम्मचो द्वारा साचे मे डालना था। साचे के भीतरी भाग मे उभार थे जिनसे जैली की आकृति मे ठडे होते शीशे की पीठ पर रीढ की रूपरेखा खीची जाती।

घटो शीशे को डालने का काय होता रहा, कई उभार टूट गए। निरीक्षक के आदेशानुसार कार्यकर्त्ताओ ने उस अधी कर देने वाली चमक मे तैरते हुए उभारो को लोहे की छडो के साथ तोड देने का प्रयास किया। डालना जारी रहा और तश्तरी के साचे को ठडा करने की भट्टी मे ले जाया गया। कुछ सप्ताहो के पश्चात् जब उसे भट्टी मे से निकाला गया तो यह सम्पूर्ण था और टूटे हुए उभार उसके भीतर दब गए थे।

दूसरी तश्तरी को ढालने की रूपरेखा बनायी जाने लगी, और पहली को बचाकर रखा गया। इसे 3 दिसम्बर 1934 को सफलतापूर्वक ढाला गया और उसी रात्रि को पकाने की भट्टी मे रख दिया गया। परन्तु कॉर्निग लोगो की कठिनाइयो का अभी अन्त नही हुआ था। उसके बाद के बसन्त मे निकटवर्ती चेमग नदी मे बाढ़ आ गयी और उसने फैक्टरी को भी अपने घेरे मे ले लिया। पकाने की भट्टी जिसमे 200 इंच का दर्पण धीरे-धीरे अनुकलित दर पर अभी तक ठडा हो रहा था, दूसरी मजिल पर सुरक्षित था किन्तु उस भट्टी को सचालित करने वाले बिजली के यन्त्र नीचे थे।

कॉर्निग कार्यकर्त्ताओ के यन्त्र के चारो तरफ रेत के बोरो, छडो और लकडी के अवरोध लगाने के लिए जी तोड प्रयास के पश्चात् भी उन्हे अन्तत तीन दिन के लिए विद्युत्-सचार बन्द करना पडा। किसी को भी ज्ञात नही कि क्या ठडा होने की प्रक्रिया के शेष महीनो मे उस विशालकाय तश्तरी को

कोई नुकसान हुआ या नही।

जब ठडा करने की भट्टी से निकालकर उसकी जाँच की गयी तो ज्ञात हुआ उसमे कोई खराबी न थी। उसे रगडने और पालिश करने को रेलगाडी से कैलिफोर्निया मे पैसेडेना भेजा गया।

'यूयार्क टाइम्स' की शीर्ष पक्ति मे प्रकाशित हुआ "महाद्वीप के पार दैत्याकार माल की रेल-यात्रा समाप्त हुई, पसेडेना की एक दुकान मे उसे पालिश करने के लिए रखा गया।"

1928 मे 200-इच के दूरदर्शक के निर्माण की प्रथम घोषणा होने पर इस महान परियोजना के उद्देश्य ने प्रत्येक स्थान पर साधारण व्यक्ति की कल्पना शक्ति को उत्तेजित कर दिया था। असख्य समाचारपत्रो और पत्रिकाओ के लेखो मे दूरदर्शक के सम्पूर्ण होने के बीस वर्ष तक उसकी प्रगति की व्याख्या होती रही। हमे यह ज्ञात है कि 1934 मे पहली बार जब 200-इच की तश्तरी को ढाला गया, तो उसे देखने के लिए हजारो की सख्या मे दर्शक कार्निग मे गए और विख्यात समालोचक लोवेल टॉमस ने कहा, "पच्चीस वर्षों मे सभ्य ससार का सर्वाधिक दिलचस्प विषय।"

अब तश्तरी पूर्ण होने के लिए एक अन्य मील का पत्थर पार कर चुकी थी।

एक विशिष्ट ऑप्टिकल दुकान मे रगडने और पालिश करने की प्रक्रिया सतर्कता से एक माह के पश्चात् दूसरे माह तक होती रही। इस कार्य मे सलग्न इक्कीस व्यक्ति खास ढग के सफेद सूट पहनते थे जिन पर धूल नही जमती थी। फर्श को दिन मे दो बार साफ किया जाता और प्रत्येक रात्रि को दुकान मे स्वच्छ हवा को लाया जाता। अगस्त 1937 तक 5 हजार पौंड काँच की पालिश हो चुकी थी।

हेल के लिए अन्त समीप था। उसकी शक्ति, उसकी बढती हुई बीमारी के साथ कम होती जा रही थी। किन्तु फिर भी वह अपने दूरदर्शक और पैलोमर माउटेन पर निर्मित होती नयी ऑब्जर्वेटरी के सम्बन्ध मे सूचना प्राप्त करता रहता। चाहे अन्त के इन वर्षों मे बीमार होने के कारण उसे अपने क्रिया-कलापो को कम करना पडा, फिर भी उसका विशिष्ट एव भावपूर्ण व्यक्तित्व उसके सहयोगियो को कार्य करने के लिए प्रेरित करता

था । फरवरी 1938 मे अपनी मृत्यु के समय वह जानता था कि उसका महान दूरदर्शक निर्मित हो जाएगा ।

द्वितीय महायुद्ध के समय नेत्र-सम्बन्धी उपकरणो की माग बढने पर, दर्पण का काम बीच मे रुक गया। इसे दुबारा 1945 मे प्रारम्भ किया गया । अक्तूबर 1947 मे पैलोमर की यात्रा के लिए तैयार पालिश हुए दर्पण से लगभग पाच टन कांच बीस टन का मडलक निर्मित करने के लिए हटाया जा चुका था ।

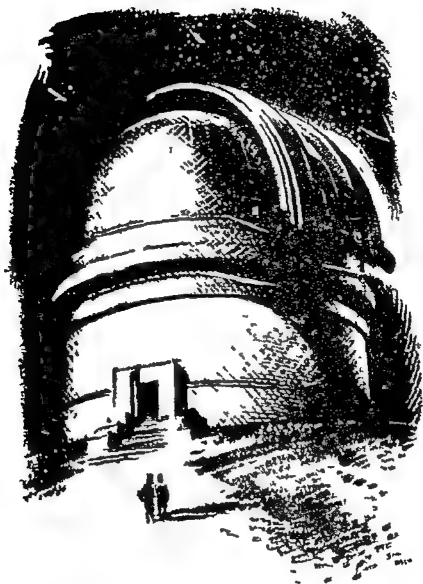
अन्तत यात्रा पूर्ण हुई । वर्षा, बर्फ, धुंध को पार की गयी यात्रा के पश्चात् 200 इच का दर्पण, अपने नए घर मे प्रविष्ट हुआ जहाँ विशालकाय दूरदर्शक ट्यूब और उसे चढाने वाला यत्र उसकी प्रतीक्षा कर रहे थे ।

दूरदर्शक की रूपरेखा बनाना एव उसका निर्माण करना असामान्य कठिनाई का काय था । उसे एक पुल की भाँति शक्तिशाली और अपनी गति मे घडी की भाँति नाजुक होना चाहिए था। चाहे इसको सहारा देने वाले ट्यूब और योक का भार सैकडो टन है, फिर भी वह इतने उत्कृष्ट ढग से सतुलित है कि उनको आंशिक हॉर्स-पावर की मोटर भी हिला सकती है ।

यत्र के वे भाग जिन पर दूरदर्शक घूमता है वास्तव मे तेल पर तरते हैं । इसे निरन्तर भारी दाब द्वारा तेल-पैड्स के छेदो से भीतर फेंका जाता है, जिससे इच के तीन हजारवें भाग-जितनी मोटी तेल की परत, विशालकाय यत्र को सभाले रहती है ।

वास्तव मे दूरदर्शक इतना बडा है कि खगोलज्ञ नली के भीतर निरीक्षण करने के पिंजरे मे बैठता है और दूरदर्शक के साथ-साथ घूमता जाता है । गुम्बद का व्यास 137 फुट है और भार 1000 टन । इस भवन में ये सब वस्तुएँ उपस्थित हैं जिनकी खगोलज्ञ को आवश्यकता होती है—ऑफिस, अधेरा कमरा, पुस्तकालय, भोजन करने का कमरा इत्यादि ।

3 जून 1948 को 200-इच का समर्पण-समारोह माउट पलोमर पर हुआ । बहुत-से विख्यात वैज्ञानिक और खगोलज्ञ इस समारोह मे उपस्थित थे । गुम्बद के विशालकाय भवन के भीतर बैठकर उन्होने व्याख्याताओ से इसकी रूपरेखा और निर्माण एव बीस वर्ष के परिश्रम की गाथा सुनी । उस दिन जो बहुत-सी बातें कही गयी उनमे से डॉ रेमांड बी फास्डिक का



माउंट पलोमर के भवन मे वह सभी कुछ है जिसकी
खगोलज्ञ को आवश्यकता होती है।

भाषण उद्धृत करने योग्य है।

"सत्य का अन्वेषण," उन्होंने कहा, "मनुष्य की आत्मा की उदात्त अभिव्यक्ति है और हमेशा से रही है। तारो को देखने की यह महान नयी खिड़की हमे समय और अन्तरिक्ष की उन चौकियो के सम्पर्क मे लाएगी जो शताब्दियो से हमे इंगित द्वारा बुलाती रही हैं। यह विश्व के रहस्य, उसकी व्यवस्था, उसके सौन्दर्य और उसकी शक्ति को नए सिरे से केन्द्रित करेगी।"

दूरदर्शक के निर्माण मे हेल के कार्य को काफी व्याख्याताओ द्वारा श्रद्धांजलि दी गयी। रॉकफेलर फाउंडेशन के मैक्स मेसन ने कहा, "प्रारम्भ से ही यह योजना श्रद्धा और सौहार्दपूर्ण सहयोग का उदाहरण रही है। जाज हेल जब इसके मार्गदर्शक थे तब यह किसी और तरह हो भी नही सकती थी।"

बोर्ड ऑफ ट्रस्टीज द्वारा अपनायी गयी, सर्वसम्मति से स्वीकृत, प्रतिज्ञा को ली ड्यू ब्रिज ने पढा

" कैलिफोर्निया इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी के बोर्ड के ट्रस्टी निश्चय करते हैं कि पैलोमर माउंटेन के 200 इंच के दूरदर्शक को आज के पश्चात्

हि हेल टेलिस्कोप

के नाम से जाना जाए।

" इसके अतिरिक्त बोर्ड ऑफ ट्रस्टीज का निर्देश है कि डॉ हेल के सम्मान मे सदैव के लिए एक धातु प्लेट ऑब्जर्वेटरी के भीतर स्थापित की जाए और उसकी एक प्रमाणित एवं अंकित कापी मिसेज हेल को भेंट की जाए।"

धातु-प्लेट पर हम सब के देखने के लिए ये शब्द है

दो सौ इंच के दूरदर्शक का
जाज ऐलरी हेल
(1868–1938)
के सम्मान मे नामकरण किया गया है
जिनकी दूरदृष्टि और नेतृत्व ने
इसे यथार्थ बना दिया।

आगामी वर्षों मे जब कभी तारे दिखाई दिए, हेल के दूरदर्शक का निरन्तर उपयोग किया गया, जिससे मनुष्य के ज्ञान का, विश्व के सम्बन्ध मे सूचनाओ का भंडार और अधिक बढता गया। असरय धुंधली आकाश-गगाओ के, जिन्हे पहले कभी नही प्रेक्षित किया गया था, चित्र खीचे गए और निकटवर्ती तारकीय तत्र के सम्बन्ध मे नयी जानकारी प्राप्त की गयी। दूरदर्शक के साथ किए गए अनुसधानो से ज्ञात हुआ है कि दूर की आकाश-गगाओ की दूरी के हमारे पुराने अनुमान गम्भीर रूप से त्रुटिपूर्ण हैं। इसके अतिरिक्त दूरदर्शक का प्रयोग ग्रहो के पहले से अधिक सफलतापूर्वक चित्र खीचने और अन्तरिक्ष मे छिपे रहस्यमय पिंडो की, जो रेडियो तरगो का विकिरण करते है, खोज करने के लिए किया गया। पैलोमर माउंटेन के इस विशाल दूरदर्शक द्वारा प्राप्त परिणामो से हेल और सभी श्रद्धालु व्यक्तियो की, जिन्होने इसके निर्माण मे सहयोग दिया, प्रत्याशाएँ पूर्ण हुई हैं।

नौवां अध्याय

आकाश से संकेत

हजारो वर्ष तक मनुष्य को तारो का पता केवल प्रकाश की धुंधली किरणों के द्वारा ही चलता था। वास्तव मे अन्य जीवो की भांति, मनुष्य की आंखे विकिरण के प्रति, जिसके इन्द्रधनुषी दृश्य-रग लाल, बैंगनी, पीले, हरे, नीले, गहरे नीले और जामुनी होते है, अभ्यस्त होती गयी।

निस्सदेह मनुष्य ने अपनी सूझ-बूझ से काम लेकर थर्मोपाइल जैसे यत्रो का आविष्कार किया, जिससे उसे वर्ण-पट के लाल सिरे से आगे की रश्मियो के बारे मे अधिक जानकारी प्राप्त हुई और उसने प्रकाश-विद्युत सैल जैसे यत्र भी निकाले, जिससे उसे अदृश्य परा-जम्बू विकिरणो का पता चल सका। लेकिन अभी हाल तक विश्व के बारे मे उसके द्वारा एकत्र सभी तथ्य चाक्षुप दूरदर्शको के माध्यम से प्राप्त हुए थे।

खगोल-विज्ञान के इतिहास मे एक नया और महत्वपूर्ण अध्याय दिसम्बर 1931 मे अमेरिका की बेल टेलीफोन लेबोरेटरीज़ के रेडियो-इजिनीयर डॉ काल जी जेस्की ने जोडा।

डा जेस्की बेल टेलीफोन लेबोरेटरीज की हॉल्मडेल, न्यू जर्सी शाखा मे लगभग 15 मीटर तरग-दैर्घ्य की लघु रेडियो तरगो के बारे मे शोध-काय कर रहे थे। उन्होने अत्यधिक सवेदनशील रेडियोग्राही यत्र और ऐसे सुदीर्घ एरियल तत्र की सहायता से, जिसे किसी भी दिशा मे मोडा जा सकता था, पृष्ठभूमि की ऐसी रेडियो ध्वनियो को सुना जो प्राय रेडियो-प्रसारण मे बहुत बाधक बनती हैं।

जेस्की ने जो ध्वनियां सुनी उनमे एक ऐसा उच्च-स्वरीय सीत्कार था जो घण्टो तक सुनाई देता था, परन्तु दिन मे एक बार सबसे अधिक तेज होता था। जेस्की ने इस विचित्र सीत्कार के सम्बध मे, जो कुछ भी मालूम हो सके, मालूम करने का निश्चय किया।

उन्हे बहुत शीघ्र पता चला कि जब वे अपना एरियल इस प्रकार घुमाते हैं कि वह बारी-बारी से क्षितिज के विभिन्न बिन्दुओ के सामने होता है तो ध्वनि तीव्रतर होती जाती है और एक विशेष दिशा में वह तीव्रतम हो जाती है, जिसके बाद जैसे-जसे एरियल की दिशा बदलती जाती है, ध्वनि मन्द होती जाती है।

जैसे-जैसे दिन बीतते गए, जैस्की ने देखा कि वह दिशा, जहा से तीव्रतम सीत्कार आता था, धीरे-धीरे बदलती गई, यहाँ तक कि पूरे एक वष के परीक्षण के बाद वह दिशा कुतुबनुमा पर फिर मूल स्थान की ओर लौट आई। अन्त मे जैस्की को रेडियो-तरगो के इस विचित्र उद्गम की मुख्य विशेषताओ का साराश प्राप्त करने में सफलता मिली।

किसी एक दिन इस उद्गम की दिशा क्षितिज के साथ धीरे-धीरे खिसकती रहती और आरम्भ में जैस्की ने सोचा कि इससे यह सकेत मिलता है कि इस रेडियो-ध्वनि के लिए सूर्य उत्तरदायी है। लेकिन अगर ऐसा होता तो सामान्यत उद्गम कुतुबनुमा में प्रतिदिन लगभग एक ही समय एक ही स्थान पर परिलक्षित होता। लेकिन जैस्की को तब यह विचार त्याग देना पडा, जब उसने महीनो के परीक्षण के बाद पाया कि उद्गम का सामजस्य सूय की क्रमिक गति से नही है क्योकि वर्ष के एक भाग मे तो उसकी दिशा सूय की ओर थी और छ महीने बाद उससे विपरीत।

इसी तथ्य के कारण अन्तत जस्की को सही निष्कष निकालने मे सहायता मिली।

अनन्त काल से लोगो को मालूम है कि जब पूव में सूर्योदय होता है तो पश्चिम मे जो अन्तिम नक्षत्र डूबते है, वे ही कुछ राते बीतने पर सूर्योदय से कई मिनट पहले डूबते है। इसलिए, सूय के चारो ओर धरती के अपनी कक्षा मे घूमने के कारण सूय तारो की पृष्ठभूमि के विरुद्ध गतिशील प्रतीत होता है।

जैस्की ने अनुभव किया कि मन्द रेडियो-ध्वनियो के जिस उद्गम की वह खोज कर रहा है, वह तारा-जटित पृष्ठभूमि के एक विशिष्ट क्षेत्र से सम्बधित है और उसके लिए अब केवल उस क्षेत्र की खोज करना शेष रह गया है।

उसने जो तथ्य एकत्र किए थे, उनके तथा खगोलशास्त्रीय सिद्धान्तो के आधार पर उसे यह गणना करने मे सफलता मिली कि रेडियो-ध्वनि का यह मन्द सीत्कार आकाशगगा की ओर से अर्थात् आकाशगगा के समतल से आता है। इसके अतिरिक्त यह सिद्ध करना भी सम्भव था कि तीव्रतम ध्वनि आकाशगगा के केन्द्रीय भाग से अर्थात् धनु-तारामडल के विशाल क्षेत्रो से आती है।

जेस्की इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि विकिरणो का उद्गम या तो स्वय तारे है, या तारो से नि सृत किरणो से उद्भासित अन्तरतारकीय पदार्थ है। वह स्वय सूर्य से, जो वास्तव मे निकटतम तारा है, कोई भी रेडियो-ध्वनि प्राप्त नही कर सका। अत उसने दूसरे विचार पर ध्यान केन्द्रित किया।

इस प्रकार इस खोज का श्रेय कार्ल जेस्की को मिला कि तारकीय विश्व का पता प्रकाशग्राही दूरदर्शक यन्त्रो के साथ साथ रेडियो द्वारा भी लगाया जा सकता है। दुर्भाग्यवश उसने अपने महत्वपूर्ण खोज-कार्य का विवरण एक ऐसी रेडियो अभियान्त्रिकी पत्रिका मे छपवाया जिसे शायद ही कोई खगोल-वैज्ञानिक पढता था, और इस प्रकार उसका अनुसधान कई वर्षों तक उपेक्षित रहा।

रेडियो-खगोल-विज्ञान का तेजी से विकास कई प्रतिभासम्पन्न व्यक्तियो के प्रयास का फल है, जिनमे सबसे पहला नाम जेस्की का है। द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान रेडार के प्रयोग के कारण इस क्षेत्र मे अनुसन्धान को बढावा मिला यद्यपि यह अनुसधान युद्ध समाप्ति के बाद के लिए स्थगित रहा।

लेकिन सूर्य से प्रथम रेडियो-सकेत निश्चित रूप मे युद्ध-काल मे ही प्राप्त किए गए। फरवरी 1942 मे कई ब्रिटिश सैनिक रेडार-सचालको को पता चला कि उनके यन्त्रो मे रेडियो-ध्वनि के कारण गम्भीर बाधा उत्पन्न हो रही है। उनके शक्तिशाली उपकरण का कार्य शत्रु के विमानो की स्थिति का पता लगाना था और शुरु मे यह आशका व्यक्त की गई कि जर्मनो ने किसी नए प्रकार के अवरोधक यन्त्र का आविष्कार किया है।

जब इस चिन्ताजनक रेडियो ध्वनि की जानकारी मिली तो सैनिक

संचालन अनुसन्धान शाखा के श्री जे एस हे ने जाँच-पडताल शुरू की। उन्होंने पाया कि ऐसे मौके पर श्रवण-केन्द्रो को सूर्य की दिशा मे उन्मुख होना पडता था। उन दिनो सौर-तल पर एक बडा धब्बा दिखाई दिया था और हे इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि रेडियो-ध्वनि का मूल इसी विद्युत् आवेशित पदार्थ के अमिल मे है। शेष युद्ध-काल मे हे के निष्कर्ष को गुप्त रखा गया और 1946 मे ही इस दिलचस्प नई जानकारी के आधार पर आगे अनुसन्धान आरम्भ किया गया।

इस बीच अमेरिका का एक और अनुसन्धानकर्ता ग्रोटे रेबर आकाश-गगा से आने वाली रेडियो-ध्वनि के स्पष्ट चित्र प्राप्त करने के लिए रेडियो-दूरदर्शक का प्रयोग कर रहा था। रेबर ने इस यत्र का निर्माण स्वय किया था और यह कुछ-कुछ किरण परावर्ती दूरदर्शक के समान था, जिसमे नतोदर दर्पण तारे या ग्रह की प्रकाश-रेखाओ को केन्द्रीभूत करता है जिसके फल-स्वरूप प्राप्त प्रतिबिम्ब को नेत्रिका द्वारा देखा जाता है या उसका चित्र लिया जाता है। रेबर के दूरदर्शक मे 30 फुट व्यास का तश्तरीनुमा धातु-निर्मित 'दपण' था, जिसकी फोकस-दूरी 20-फुट थी। फोकस पर उसने द्विध्रुवक एरियल लगाया था, जिससे वहाँ केन्द्रित रेडियो-ध्वनि का पता लगाया जा सके।

इस दूरदर्शक की सहायता से उसे आकाशगगा की छानबीन करने और यह सिद्ध कर दिखाने मे सफलता मिली कि रेडियो-ध्वनि और आकाश-गगा मे दृश्य-पदार्थ के वितरण मे सामान्यत सामजस्य है। रेबर ने जेस्की से भिन्न और लघुतर तरग-दैर्घ्य का प्रयोग किया और उसे पता चला कि सूय से 'प्रसारण' उसी तीव्रता से होता है जिस तीव्रता से आकाशगगा के पदार्थ-सत्र के केन्द्र से होता है।

इन आरम्भिक खोजो के बाद और अधिक अच्छे दूरदर्शको का निर्माण कई देशो मे हो गया था और उनकी सहायता से पूरे आकाश की जाँच-पडताल की गयी। इस पडताल से पता चला कि मुख्यत आकाशगगा से आने वाली सहज पृष्ठभूमि वाली रेडियो-ध्वनि के वैसे और भी विकिरण के 'चमकीले' स्रोत आकाश मे अन्यत्र बिखरे हैं और इन्हें 'रेडियो तारे' या अधिक उपयुक्त रूप मे 'रेडियो उदगम' कहा गया।

इन खोजो के बारे मे अधिक स्पष्टता से समझने के लिए हम मान लें कि हमारी दृष्टि प्रकाश के प्रति सवेदनशील नही है। लेकिन उसमे ऐसा परिवर्तन हो जाता है कि हम लघु तरग दघ्य की रेडियो-तरगो के द्वारा 'देख' सकते है—दसरे शब्दो मे हमारी आँखें रेडियो-दूरदर्शक बन जाती हैं।

इस स्थिति मे यदि हम सूय की ओर देखेंगे तो वह 'दृष्टिगोचर' तो फिर भी होगा लेकिन पहले से कही वडा दिखाई देगा, क्योकि सूर्य से प्राप्त बहुत सी रेडियो ध्वनि का मूल उसके चारो ओर का प्रभा-मण्डल है जो सूर्य के गिद कम घनत्व वाली गैस का वलय है और दो या तीन सौर-व्यासो तक विस्तृत है। प्राय सौर-धब्बे वाले क्षेत्रो से 'चमकीले' रेडियो विस्फोट 'दृष्टिगोचर' होगे।

चन्द्रमा हमेशा 'अदृश्य' रहेगा, क्योकि उससे कोई रेडियो-ध्वनि नही आती और यह सोचना दिलचस्प है कि उसकी खोज (यदि वह पहले ही से ज्ञात न होता) धरती पर उसके गुरुत्वाकर्षण द्वारा ठीक उसी प्रकार की जाती जैसे ऐडम्स और लेवेरियर ने वरुण ग्रह की खोज मगल ग्रह पर उसके गुरुत्वाकषण के जरिये की।

ग्रह स्वय सामान्यत 'मन्द' या 'अदृश्य' होगे यद्यपि कभी-कभी बृहस्पति और शनि के वातावरण मे घुमडने वाले विशाल वैद्युत् तूफानो से नि सृत रेडियो-तरगें इतनी शक्तिशाली होगी कि उन्हे हम अपनी परिवर्तित आँखो से 'देख' सकें।

आकाशगगा इस समय रात मे जितनी चमकीली दिखाई देती है उससे अधिक चमकीली दिखाई देगी और जब सूय भी चमक रहा होगा तब भी आकाशगगा की पट्टी आकाश-भाग पर दृष्टिगोचर होगी। हजारो रेडियो तारे' दिखाई देंगे, जिनमे बहुत कुछ चमकीले होगे और कुछ इतने मद्धिम कि मुश्किल से दिखाई देंगे। ये सब बहुत-कुछ उसी ढग से टिमटिमाएँगे, जैसे सामान्यत हमारे परिचित तारे, जबकि हम उनकी ओर देखते हैं, टिमटिमाते हैं।

शुरु से ही यह पता चला था कि अधिकाश आकाशीय रेडियो-स्रोतों की धूमिलता के कारण बहुत बडे रेडियो-दूरदर्शक बनाने की आवश्यकता होगी और बीस वर्ष से भी कम समय मे रेडियो-दूरदर्शको के दर्पणो या तलों

का व्यास रेवर द्वारा निर्मित यत्र के 30-फुट व्यास से बढकर जॉड्रेल बैंक, मानचेस्टर, इगलैण्ड स्थित विशाल रेडियो-दूरदशक मे 250-फुट हो गया। रेडियो-खगोल-विज्ञान का, चाक्षुप खगोलशास्त्र की तुलना मे एक विशिष्ट लाभ यह है कि रेडियो-तरगो पर कुहरे, बादल या दिन के प्रकाश का कोई प्रभाव नही पडता, जिससे निरीक्षण-परीक्षण किसी भी समय किया जा सकता है। लेकिन एक हानि यह है कि लघु रेडियो-तरगो तक का तरग-दैर्घ्य दृश्य किरणो के मुकावले हजारो-लाखो गुना होता है। इसीलिए चाक्षुष दूरदर्शको की तुलना मे रेडियो-दूरदशक कही बडे बनाने होते हैं।

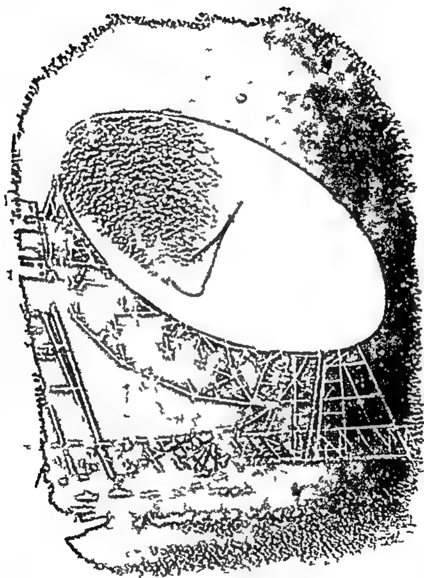
1950 तक यह स्पष्ट हो गया था कि रेडियो-खगोल-विज्ञान की अनेक समस्याओ के समाधान के लिए बहुत ही बडा परिचालन-सक्षम रेडियो-दूरदर्शक बनाना होगा।

इसके लिए जितना काम करना होगा और जितनी सामग्री की आवश्यकता होगी, उसे ध्यान मे रखकर ब्रिटेन मे 250-फुट व्यास के दूरदर्शक के लिए तैयारियाँ 1952 तक लगभग पूरी कर ली गयी थी। विशाल तश्तरी तैयार की गयी, जिससे वह 1 से 15 मीटर तक की तरग-दैर्घ्य पर कार्य कर सके। दूरदशक को आडी धुरी पर भी घूमना था और सीधी धुरी पर भी। 1953 तक जॉड्रेल बैंक मे जहा इसे लगना था काम शुरू हो गया, और 2 अगस्त 1957 की रात्रि को दूरदशक का पहली बार सफलतापूवक प्रयोग किया गया।

एक प्रकार से यह दूरदर्शक, जो विश्व मे सबसे बडा है, उतना ही जटिल है जितना माउट पैलोमर पर स्थित हेल चाक्षुष दूरदर्शक जिसमे 200-इच व्यास का दर्पण लगा है।

250 फुट का चषक इस्पात की दो मीनारो के सहारे टिका है जो धरातल से 170 फुट ऊँची हैं। इन मीनारो की चोटी पर प्रयोगशालाओ में विद्युत्-मोटरें दूरदशक को लगभग प्रयोगशालाओ की धुरी पर घुमाती हैं। इस धुरी पर प्रयुक्त 25 फुट वाले रैक भग्न युद्धपोत 'रॉयल सावरेन' से बचाए गए थे।

स्वय मीनारें तल-भाग मे पहियो के सहारे 350-फुट व्यास और 17-फुट की चौडाई वाली रेल-पटरियो पर घूमती हैं। ये 45 से 90 फुट तक की गहराई वाली खूब मजबूत नीव पर स्थित हैं। इनकी मजबूती सुनिश्चित करने के लिए लगभग 10 हजार टन प्रबलित कक्रीट का प्रयोग किया गया।



2 अगस्त 1957 की रात्रि को दूरदर्शक का पहली बार सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया।

धरातल से ऊपर प्रयुक्त इस्पात का वजन लगभग 2000 टन है जिसमे चपक का भार 700 टन है।

जिस नियत्रण-तत्र द्वारा दूरदर्शक को किसी भी आकाशीय वस्तु की ओर उन्मुख किया जा सकता है, उसी के द्वारा उसे इस प्रकार घुमाया जा सकता है जिससे वह वस्तु अपने ही क्षेत्र मे रहे और धरती के अपनी कीली मे घूमने की स्थिति का परिहार हो जाए।

चाक्षुष दूरदर्शको से भिन्न यह विशाल रेडियो-दूरदर्शक रेडियो-तरगो के सप्रेषक के रूप मे भी प्रयुक्त हो सकता है और ग्राही के रूप मे भी। यह इसी प्रकार होता है जैसे किसी साधारण दूरदर्शक को फोकस पर बिजली का तेज बल्ब लगाकर घुमाया जाए और वक्राकार दर्पण से प्रकाश को बाहर प्रक्षेपित किया जाए। लेकिन इस प्रकार प्रकाश-किरणो की सहायता से कम ही उपयोगी परीक्षण किए जा सकते है जब कि जॉड्रेल बैंक के रेडियो दूरदर्शक का सफलतापूर्वक सप्रेषक के रूप मे प्रयोग किया गया है। रेडार-यत्र के रूप मे काम करते हुए उसने चन्द्रमा तक रेडियो-सकेत भेजकर उन्हे वापिस किया है और लगभग ढाई सेकड मे 'प्रतिध्वनि' प्राप्त की है। हाल मे इसका प्रयोग शुक्र ग्रह तक की दूरी नापने के लिए किया गया और पाँच सेकड मे उस ग्रह तक सकेत भेजकर उन्हे वापस किया गया। सकेत के प्रेषण और उसकी प्राप्ति के समयो की सावधानी से माप करके और इस अवधि को अन्तरिक्ष मे रेडियो-तरगो की गति से गुणा करके वहाँ तक की और वहाँ से वापसी की दूरी मालूम की जा सकी।

जब रूसियो ने 1957 मे अपना पहला कृत्रिम भू उपग्रह छोड़ा तो उसकी गतिविधि का पता लगाने के लिए इस दूरदर्शक का उपयोग किया गया। तब से अब तक कई मौको पर रूसियो और अमेरिकनो ने भी इसका उपयोग अपने अपने भू-उपग्रहो की गतिविधियो का अध्ययन करने के लिए किया है। उन खोजो के लिए भी इसका उपयोग किया गया है जो चन्द्रमा तक या उससे आगे की यात्राओ के लिए आवश्यक होगी।

लेकिन इस विशाल दूरदर्शक का मुख्य कार्य हमारे सौर परिवार से बहुत आगे के अन्तरिक्ष की गहराइयों के बारे मे सूचनाएँ प्राप्त करना है जिसमे रेडियो-खगोल-वैज्ञानिको को उस विचित्र रेडियो-ब्रह्माण्ड की

समस्याएँ सुलझाने का अवसर मिले जिसका वे अध्ययन कर रहे है। रेडियो-खगोल-विज्ञान के पिछले बीस वर्ष वस्तुत, वैसे वर्ष रहे हैं जैसे गैलीलियो द्वारा चाक्षुप दूरदर्शक के उपयोग के बाद रहे थे, जब कि अनेक नयी खोजे की गयी थीं जिनमे कुछ को समझना आसान था और कुछ बहुत ही जटिल थी।

आकाशगगा के सभी भागो से आने वाले सामान्य पार्श्वभूमि विकिरण के बारे मे अब स्पष्ट हो चुका है कि वह तारो के मध्य स्थित हाइड्रोजन के विस्तृत बादलो के कारण है, न कि स्वय तारो से नि सृत है, जैसा कि जेस्की का सन्देह था। एक दिलचस्प रेडियो-तरग-दैर्घ्य 21 सेंटीमीटर का है। यह भी आकाशगगीय विपुवत् रेखा के समतल मे अन्तरतारकीय हाइड्रोजन के सकेन्द्रण के कारण है। यद्यपि अतरिक्ष मे माचिस के बराबर आयतन मे एक सौ से भी कम हाइड्रोजन के परमाणु होते हैं, फिर भी तारो के मध्य बिखरे हाइड्रोजन का कुल वजन करोडो सूर्यो के भार के बराबर होता है। यह हाइड्रोजन समस्त आकाशगगीय समतल मे समान सघनता से नही फैला है बल्कि गैस, धूल और उन तारा की विशाल सर्पिल भुजाओ में सकेन्द्रित है जो आकाशगगीय केन्द्र के गिर्द वलयित हैं।

खगोल-वैज्ञानिको ने इस शताब्दी के विशाल चाक्षुप दूरदर्शको की सहायता से हमारे अपने तारकीय तत्र के पार के तारो की आकाशगगाओ मे इस प्रकार की सर्पिल भुजाओ को देखा था, और उन्हें दीर्घ काल से सन्देह था कि हमारी आकाशगगा मे भी ऐसी सर्पिल भुजाए है। दुर्भाग्यवश अन्तरतारकीय गैस और धूल प्रकाश-रोधक है और इस कारण से उन भुजाओ को देख पाना उसी प्रकार असम्भव था जैसे घने कुहरे मे मोटरकारो और बसो के आकार को देख पाना।

आकाशगगीय विपुवत् रेखा के समतल की सभी दिशाओ से आने वाली रेडियो-ध्वनि की तीव्रता की सावधानी से माप के द्वारा पहली बार यह सिद्ध करना सम्भव हुआ कि आकाशगगा की सर्पिल भुजाओ का अस्तित्व है और उनके आकार-प्रकार का मानचित्र तैयार किया जा सका। आशानुकूल यह भी पाया गया कि हमारी आकाशगगा एव अन्य सर्पिल तत्रो मे निकट की समानता है। इसके अतिरिक्त ऐसे तरीके को अपनाकर, जिसके ब्यौरे मे जाने की आवश्यकता नही है, यह भी सिद्ध किया जा सका कि गैस के विशाल

बादल आकाशगंगा के केन्द्र के गिर्द अपनी ही कक्षा मे उसी प्रकार घूमते हैं जैसे ग्रह अपनी कक्षाओ मे घूमते है ।

लेकिन बहुत समय तक 'रेडियो तारे' खगोल-वैज्ञानिको के लिए पहेली बने हुए थे । जब इन तारो की स्थिति को माप लिया गया तो आकाश मे इनके वितरण का मानचित्र तैयार हो गया । इसके आगे का सबसे अधिक स्वाभाविक कदम यह था कि इस मानचित्र की तुलना उन मानचित्रो से की जाए जिनमे सामान्यत दृष्टिगोचर अर्थात् चाक्षुप दूरदर्शको से दिखायी देने वाले तारो की स्थिति का निर्देश है । इस प्रकार की तुलना का विस्मयजनक परिणाम यह निकला कि लगभग बिना किसी अपवाद के ऐसा कोई भी 'रेडियो तारा' नही था जो उन स्थितियो मे हो जिनमे दृष्टिगोचर तारे थे ।

यह सोचा जा सकता है कि चूकि सूर्य रेडियो-तरगे प्रेषित करता है इसलिए अन्य सभी दृष्टिगोचर तारे भी ऐसा ही करेंगे । लेकिन हमसे सूर्य और तारो की दूरी पर आधारित गणनाओ से पता चलता है कि यदि ये तारे रेडियो तरगें प्रक्षेपित करते भी हैं तो भी वे हम तक पहुँचते-पहुँचते इतनी मन्द होगी कि उनका पता हमारे रेडियो-दूरदर्शको को नही लग पाएगा ।

प्रश्न यह है कि फिर कथित 'रेडियो तारे' क्या है ?

प्राय ऐसा होता है कि किसी तारे का विस्फोट होता है और वह टुकडे-टुकडे हो जाता है । इस क्रम मे वह कुछ समय तक तेजी से चमकता है और यह चमक करोडो तारो की सामूहिक चमक के बराबर होती है । और अक्सर यदि यह बहुत मन्द तारा हुआ तो उसे आँखों से पहली बार देखा जाता है और देखने वाला कह सकता है कि उसने एक नए तारे की 'खोज' की है । ऐसे तारो को 'सुपरनोवा' कहा जाता है । उनके अवशेष मूल स्थान से बाहर प्रति सेकड हजारो मील की तेजी से जाते है और इस क्रम मे चमकीली विक्षुब्ध गैस के बादलो का निर्माण करते है ।

चीनियो ने सन् 1054 ईस्वी मे ऐसे ही एक विस्फोट को देखा था और आज हम चाक्षुप दूरदर्शको की सहायता से गैस के गोले को, जो तारकीय विस्फोट का परिणाम है, देख सकते हैं । इसे 'कर्क नीहारिका' कहा जाता है । रेडियो-दूरदर्शको को जो-कुछ प्राप्त हो रहा था वह तारकीय विस्फोट से जन्मे गैस के गोले की तीव्र वेग वाली धाराओ का रेडियो-

उत्सर्जन था।

दूसरे 'रेडियो तारे' का पता शर्मिष्ठा तारामंडल में एक सुपरनोवा की दिशा में चला, जिसे सन् 1572 ईस्वी में देखा गया था। इस प्रकार इस धारणा को बल मिला कि गैस की विक्षुब्ध धाराएँ रेडियो-तरंगें प्रक्षेपित करती हैं। उसके बाद 200 इंच वाले हेल दूरदर्शक से लिए गए चित्रों से मालूम हुआ है कि रेडियो-उद्‌गम स्थलों में कुछ अन्य वस्तुएँ हैं जो सुपर नोवा विस्फोटों के अवशेष हो सकती हैं।

यह देखा गया है कि किसी विशाल आकाशगंगा में न केवल करोड़ों तारे होते हैं बल्कि विपुल धूल और गैस के बादल भी होते हैं। यदि अन्तरिक्ष में गतिशील दो आकाशगंगाएँ टकरा जाएँ तो उनमें से किसी भी आकाशगंगा के तारों का शायद ही विस्फोट होगा क्योंकि किसी आकाशगंगा में तारों के बीच औसत दूरी किसी तारे के व्यास से करोड़ों गुना होती है। इस प्रकार यदि आकाशगंगाओं के अंतर्गत तारों के बीच गैस और धूल का व्यापक प्रसार न हो तो ये आकाशगंगाएँ एक-दूसरे के बीच से प्रेतों की भाँति गुजर जाएँगी। उनमें निस्संदेह टकराव होगा जिससे तीव्र गति में अन्तरतारकीय पदार्थों की धाराओं का अंतर्मिलन होगा और वे सम्भवतः रेडियो-तरंगों का विकिरण करेंगी। और वस्तुतः कई बार जिन्हें 'रेडियो तारे' कहा जाता है वे और कुछ नहीं बल्कि परस्पर टकराने वाली दो आकाशगंगाएँ होती हैं।

शेष रेडियो-स्रोत, जिनकी संख्या कई सौ है, अभी तक चाक्षुष साधनों से नहीं पहचाने जा सके हैं। हो सकता है कि वे इतने दूर हों कि 200-इंच के दूरदर्शक भी इन्हें दृश्यमान बनाने में सक्षम न हों।

रेडियो-खगोल-विज्ञान के इन अत्यंत आरम्भिक चरणों में यह कहना कठिन है कि भविष्य के गर्भ में क्या है। जान्स्की ने जब आकाश से आने वाले मन्द संकेतों की खोज की थी तब से केवल तीस वर्ष बीते हैं जो खगोल-विज्ञान के इतिहास में एक क्षण के समान है। लेकिन यह महान क्षण रहा है जब ब्रिटेन, अमेरिका, आस्ट्रेलिया तथा कई अन्य देशों में रेडियो-खगोल-विज्ञान सम्बन्धी वेधशालाएँ कार्यरत हुई हैं। आने वाले वर्षों में वेधशालाएँ अपने नए दूरदर्शकों और प्रविधियों की सहायता से निश्चय ही आकाशीय संकेतों को सुनकर विश्व-सम्बन्धी नए और महत्वपूर्ण अन्वेषण करेंगी।

दसवाँ अध्याय

जेट-चलित कैमरा

रेडियो-खगोल-विज्ञान के विकास के साथ-साथ उससे सम्बद्ध एक और नयी सम्भावना भी विज्ञान के क्षेत्र मे दृष्टिगत हो रही है, वह है अन्तरिक्ष-अनुसन्धान। यह कई चरणो वाले बडे रॉकेटो, नए एलेक्ट्रॉनिक उपकरणो और न्यूटन द्वारा निर्धारित एव दृढता से स्थापित खगोल विज्ञान के नियमो पर आधारित है।

अधिकाश आधुनिक विज्ञानो की तरह इस क्षेत्र मे भी विकास का श्रेय प्रतिभाशाली वैज्ञानिकों, तकनीकज्ञो और अन्य लोगो के बहुसख्यक दलो के काय को है। इनमे से प्रत्येक ने योजना के अपने भाग का काय प्रयोग-शालाओ मे या इजीनियरी-कारखानो मे या प्रक्षेपण मच पर या रॉकेटो की खोज रखने वाले केन्द्रो मे किया और इस प्रकार रॉकेट को चन्द्रमा तक या उससे भी आगे भेजने के जटिल कार्य की दिशा मे अपना-अपना महत्वपूर्ण योगदान दिया।

बहुत से लोगो का विश्वास है कि अन्तरिक्ष उडान का विचार नया है, लेकिन ऐसी बात नही है। चन्द्रमा तक उडान की पहली कथा, जिसकी हमे जानकारी है, सन् 160 ई० मे ल्यूशियन नामक एक ग्रीस निवासी ने लिखी थी। इस कथा के अन्तगत एक व्यक्ति हरक्युलिस के स्तम्भो (जिब्राल्टर की खाडी) के पार जाते हुए अपने जहाज को तेज हवाओ मे फँसा हुआ पाता है, जिससे उसे चन्द्रमा पर उतरना पडता है और जहाँ वह बहुत-सी रोमाचक स्थितियो से गुजरता है। खगोलशास्त्री कैप्लर ने स्वय भी एक पुस्तक मे चन्द्रमा तक की यात्रा से सम्बद्ध कुछ विशेषताओ का वर्णन किया है और उन्नीसवी शताब्दी मे जूल वन नामक लेखक ने दो प्रसिद्ध उपन्यास लिखे, इनमे से एक का शीषक है 'धरती से चन्द्रमा तक' और दूसरे का शीषक है 'चन्द्रमा के चारो ओर की यात्रा'।

उत्सर्जन था।

दूसरे 'रेडियो तारे' का पता शर्मिष्ठा तारामंडल में एक सुपरनोवा की दिशा में चला, जिसे सन् 1572 ईस्वी में देखा गया था। इस प्रकार इस धारणा को बल मिला कि गैस की विक्षुब्ध धाराएँ रेडियो-तरंगें प्रक्षेपित करती हैं। उसके बाद 200 इंच वाले हेल दूरदर्शक से लिए गए चित्रों से मालूम हुआ है कि रेडियो-उद्गम स्थलों में कुछ अन्य वस्तुएँ हैं जो सुपरनोवा विस्फोटों के अवशेष हो सकती हैं।

यह देखा गया है कि किसी विशाल आकाशगंगा में न केवल करोड़ों तारे होते हैं बल्कि विपुल धूल और गैस के बादल भी होते हैं। यदि अन्तरिक्ष में गतिशील दो आकाशगंगाएँ टकरा जाएँ तो उनमें से किसी भी आकाशगंगा के तारों का शायद ही विस्फोट होगा क्योंकि किसी आकाशगंगा में तारों के बीच औसत दूरी किसी तारे के व्यास से करोड़ों गुना होती है। इस प्रकार यदि आकाशगंगाओं के अन्तर्गत तारों के बीच गैस और धूल का व्यापक प्रसार न हो तो ये आकाशगंगाएँ एक-दूसरे के बीच से प्रेतों की भांति गुजर जाएँगी। उनमें निस्संदेह टकराव होगा जिससे तीव्र गति से अन्तरतारकीय पदार्थों की धाराओं का अन्तर्मिलन होगा और वे सम्भवत: रेडियो-तरंगों का विकिरण करेंगी। और वस्तुत: कई बार जिन्हें 'रेडियो तारे' कहा जाता है वे और कुछ नहीं बल्कि परस्पर टकराने वाली दो आकाशगंगाएँ होती हैं।

शेष रेडियो-स्रोत, जिनकी संख्या कई सौ है, अभी तक चाक्षुष साधनों से नहीं पहचाने जा सके हैं। हो सकता है कि वे इतने दूर हों कि 200-इंच के दूरदर्शक भी इन्हें दृश्यमान बनाने में सक्षम न हों।

रेडियो-खगोल विज्ञान के इन अत्यन्त आरम्भिक चरणों में यह कहना कठिन है कि भविष्य के गर्भ में क्या है। जेंस्की ने जब आकाश से आने वाले मन्द संकेतों की खोज की थी तब से केवल तीस वर्ष बीते हैं जो खगोल-विज्ञान के इतिहास में एक क्षण के समान हैं। लेकिन यह महान क्षण रहा है जब ब्रिटेन, अमेरिका, आस्ट्रेलिया तथा कई अन्य देशों में रेडियो-खगोल-विज्ञान सम्बन्धी वेधशालाएँ कार्यरत हुई हैं। आने वाले वर्षों में वेधशालाएँ अपने नए दूरदर्शकों और प्रविधियों की सहायता से निश्चय ही आकाशीय संकेतों को सुनकर विश्व सम्बन्धी नए और महत्वपूर्ण अन्वेषण करेंगी।

दसवाँ अध्याय

जेट-चलित कैमरा

रेडियो-खगोल-विज्ञान के विकास के साथ-साथ उससे सम्बद्ध एक और नयी सम्भावना भी विज्ञान के क्षेत्र मे दृष्टिगत हो रही है, वह है अन्तरिक्ष-अनुसधान। यह कई चरणो वाले बडे रॉकेटो, नए एलेक्ट्रॉनिक उपकरणो और न्यूटन द्वारा निर्धारित एव दृढता से स्थापित खगोल विज्ञान के नियमो पर आधारित है।

अधिकाश आधुनिक विज्ञानो की तरह इस क्षेत्र मे भी विकास का श्रेय प्रतिभाशाली वैज्ञानिको, तकनीकज्ञो और अन्य लोगो के बहुसख्यक दलो के काय को है। इनमे से प्रत्येक ने योजना के अपने भाग का कार्य प्रयोग-शालाओ मे या इजीनियरी-कारखानो मे या प्रक्षेपण मच पर या रॉकेटो की खोज रखने वाले केन्द्रो मे किया और इस प्रकार रॉकेट को चन्द्रमा तक या उससे भी आगे भेजने के जटिल काय की दिशा मे अपना-अपना महत्वपूर्ण योगदान दिया।

बहुत से लोगो का विश्वास है कि अन्तरिक्ष-उडान का विचार नया है, लेकिन ऐसी बात नही है। चन्द्रमा तक उडान की पहली कथा, जिसकी हमे जानकारी है, सन् 160 ई० मे ल्यूशियन नामक एक ग्रीस-निवासी ने लिखी थी। इस कथा के अन्तर्गत एक व्यक्ति हरक्युलिस के स्तम्भो (जिब्राल्टर की खाडी) के पार जाते हुए अपने जहाज को तेज़ हवाओ मे फँसा हुआ पाता है, जिससे उसे चन्द्रमा पर उतरना पडता है और जहाँ वह बहुत-सी रोमाचक स्थितियो से गुज़रता है। खगोलशास्त्री कैप्लर ने स्वय भी एक पुस्तक मे चन्द्रमा तक की यात्रा से सम्बद्ध कुछ विशेषताओ का वर्णन किया है और उन्नीसवी शताब्दी मे जूल वर्न नामक लेखक ने दो प्रसिद्ध उपन्यास लिखे, इनमे से एक का शीर्षक है 'धरती से चन्द्रमा तक' और दूसरे का शीर्षक है 'चन्द्रमा के चारो ओर की यात्रा'।

वर्न की यह कोशिश होती थी कि वह अपनी कथाओं की वैज्ञानिक पृष्ठभूमि जितनी अधिक सही हो सके, रखे। उसका तर्क था कि अगर एक बहुत बड़ी तोप को जमीन में इस तरह गाड़ दिया जाए जिससे उसका मुँह ऊपर की ओर हो तो उस तोप के गोले के भीतर के खोखले भाग में बैठे उसकी कथा के पात्रों को तोप दागकर चन्द्रमा तक की यात्रा करा सकना सम्भव होगा।

लेकिन उसके इस विचार में कई बड़ी गलतियां थीं, यद्यपि उसका यह कहना सही था कि अगर तोप का गोला धरती के वातावरण से सात मील प्रति सेकंड की गति से गुजर जाए तो वह धरती के गिर्द चन्द्रमा की कक्षा में यात्रा कर सकेगा।

वर्न के बाद बहुत-से अन्य लेखकों ने भी अन्तरिक्ष-यात्रा सम्बन्धी रोमांचक कथाएं लिखी हैं। लेकिन अन्तरिक्ष-यात्रा सम्बन्धी समस्याओं का हल तब निकलना आरम्भ हुआ जब इससे सम्बद्ध सम्पूर्ण प्रश्न पर रूस के वैज्ञानिक कौन्स्टैनटिन स्योल्कोवस्की ने उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त में वैज्ञानिक ढंग से अध्ययन आरम्भ किया। अन्य देशों में विशेषतः अमेरिका, जर्मनी और फ्रांस में इस शताब्दी के आरम्भिक 30 वर्षों में अन्य प्रवर्त्तकों ने भी अन्तरिक्ष-उड़ान की नींव डालने में सहायता दी। मानव-जाति के इतिहास में जैसे पहले हुआ है वैसे ही इस बार भी अधिकांश लोगों ने उनकी खिल्ली उड़ाई, लेकिन अधिकांश प्रवर्त्तकों की भांति वे अपने साथियों के उपहास के बावजूद प्रयत्नशील रहे। यह अच्छी ही बात है कि कुछ लोग ऐसी बात करते हैं क्योंकि वे यदि ऐसा न करते तो मानव-जाति का आदिम स्थिति से आज तक का विकास सम्भव न होता।

अन्तरिक्ष-उड़ान के सम्बन्ध में इन आरम्भिक उत्साही व्यक्तियों ने शीघ्र अनुभव किया कि अन्तरिक्ष के शून्य को चीरकर धरती से बाहर यन्त्रों के पैकेट या सम्भवतः मानव-युक्त अन्तरिक्ष-यान को पहुँचाने का एकमात्र व्यावहारिक साधन रॉकेट ही हो सकते हैं। लेकिन जिस समय वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे उस समय तक उपलब्ध ये रॉकेट इस काम के लिए बहुत ही अनुपयुक्त थे। इसलिए इनमें से कुछ लोगों ने रॉकेटों से सम्बद्ध परीक्षणों में कई **वर्ष बिताए,** ये परीक्षण कई स्थानों में किए गए और इनके लिए, सम्बद्ध

वैज्ञानिकों ने स्वयं ही परीक्षण-स्थलों का निर्माण किया। इन परीक्षण-स्थलों में उन्हें बहुत-से रोमांचक अनुभव प्राप्त हुए। परीक्षण से सम्बद्ध रॉकेट कभी तो ठीक वैसे ही काम करता था, जैसी आशा की जाती थी लेकिन अक्सर वह छूटता ही नहीं था, या जलकर राख हो जाता था, या छूटता भी था तो चक्कर खाकर प्रयोग करने वालों के सर पर ही आ गिरता था!

अब हम सबको मालूम है कि जर्मन प्रयोगकर्त्ताओं की सफलता के कारण नाजी सरकार इस निष्कर्ष पर पहुँची कि अगर ऐसे रॉकेटों का विकास किया जा सके तो उन्हें सैनिक कार्यों के लिए काम में लाया जा सकता है। बाल्टिक सागर के तट पर पीनेमुण्डी में स्थित विशाल रॉकेट-अनुसंधान संस्थान में, जिस पर रॉयल वायुसेना ने बम-वर्षा की थी, 'V-2 रॉकेट' बनाए गए जिनकी सहायता से जर्मनों ने द्वितीय विश्वयुद्ध में लन्दन और एण्टवर्प पर बम-वर्षा की।

उस युद्ध के अंत में जर्मनी के बहुत-से रॉकेट वैज्ञानिक तथा इंजीनियर रूस और अमेरिका गए जहां उन्होंने नए रॉकेट विकास संस्थान बनाने में मदद दी।

बहुत से वैज्ञानिकों ने यह अनुभव किया कि युद्ध के बाद का रॉकेट, युद्ध के पहले के रॉकेट से, इतना भिन्न है कि अंतरिक्ष-यात्रा के उत्साही व्यक्तियों के कुछ पुराने स्वप्न अवश्य ही सत्य सिद्ध हो सकते हैं। इनके अन्तर्गत धरती के वातावरण में ऊँचाई पर अनुसंधान और कृत्रिम भू-उपग्रह का निर्माण थे।

4 अक्तूबर 1957 को रूसियों ने धरती के चारों ओर कक्षा में स्पुतनिक-1 को भेजा और न्यूटन द्वारा अपनी पुस्तक 'प्रिंसिपिया' में शास्त्रीय दृष्टि से यह सिद्ध करने के ठीक 270 वर्ष बाद, कि कृत्रिम उपग्रहों का निर्माण कैसे सम्भव हो सकेगा, मानव-जाति के लिए अन्तरिक्ष-युग का आरम्भ हो गया। (स्मरण रहे कि रूसी शब्द 'स्पुतनिक' का अर्थ 'उपग्रह' है।)

पहला उपग्रह 184 पौंड का था, इसके बाद स्पुतनिक-2 छोड़ा गया जो आधे टन का था, और फिर स्पुतनिक-3 छोड़ा गया जो 1 टन 6 हण्ड्रेड-वेट का था। अधिकांश भार जटिल यंत्रों, रेडियो और उन बैटरियों का था जिनके द्वारा धरती के वातावरण से ऊपर की स्थिति के बारे में सूचनाएँ

प्राप्त की जा सकती थी और फिर उन्हें, जैसे-जैसे उपग्रह हमारी धरती की परिक्रमा करे, खोजा जा सके। इन उपग्रहों के द्वारा, जो एक प्रकार से मानव के यन्त्र-सेवक थे, धरती के चुम्बकीय क्षेत्र का मानचित्र तैयार किया गया है, ग्रहों के बीच गैस के घनत्व का पता लगाया गया है, ब्रह्माण्ड-किरणों का विश्लेषण किया गया है (ब्रह्माण्ड-किरणें अन्तरिक्ष की गहराइयों से आने वाले तीव्रगामी परमाणविक कण हैं) और इसी प्रकार की अन्य जांच-पड़ताल की गई है।

पहला स्पुतनिक छोड़े जाने के बाद छः महीने के अन्दर-अन्दर अमरीकियों को अपना पहला उपग्रह कक्षा में भेजने की सफलता मिली। तब से अब तक दर्जनों उपग्रह विभिन्न उद्देश्यों से छोड़े जा चुके हैं जिससे इस समय जबकि ये पंक्तियां लिखी जा रही हैं लगभग 100 उपग्रह धरती की परिक्रमा कर रहे हैं और प्रत्येक महीने कुछ और नए जुड़ते जाते हैं।

बहुत-से रॉकेट जो प्रक्षेपण मंच से इन कृत्रिम उपग्रहों को ऊपर ले जाते हैं, 100 टन से भी अधिक वजन के होते हैं। इनमें से कुछ तो वास्तव में सैंकड़ों टन वजन के होते हैं, अर्थात् इंजन और डिब्बों सहित एक भरी-पूरी रेलगाड़ी के बराबर। रॉकेट में अधिकांश वजन ईंधन के कारण होता है और यह ईंधन अब तक खोजे गए सभी ईंधनों से कहीं अधिक शक्तिशाली होता है, क्योंकि किसी उपग्रह को कक्षा में स्थापित करने के लिए बहुत अधिक शक्ति की आवश्यकता होती है।

प्रथम रूसी उपग्रहों की सफलता के बाद यह देखा गया कि धरती और उसके आस पास के स्थानों के सम्बन्ध में ढेर-सी नयी जानकारी इन उपग्रहों के द्वारा प्राप्त हो सकती है, इसलिए सोवियत अन्तरिक्ष वैज्ञानिकों ने एक ऐसा प्रयास करने का निश्चय किया है जो पहले कभी किसी मनुष्य ने नहीं किया और वह है चन्द्रमा को दूसरी ओर देखने का!

हम चन्द्रमा की सतह को दूरदर्शक के सहारे जब देखते हैं तब उस पर जो पर्वतमालाएँ, क्रेटर तथा अन्य भौगोलिक विशेषताएँ दिखाई देती हैं, वे वही हैं जिन्हें गैलीलियो ने साढ़े तीन सौ वर्ष पूर्व उस दूरदर्शक से देखा था, जिसका नया-नया आविष्कार किया गया था। चन्द्रमा का यही भाग लाखों वर्षों से धरती की ओर रहा है और इस बीच में जो भी जीव धरती पर

उत्पन्न हुए हैं उन्होने केवल इसी को देखा है क्योकि चन्द्रमा अपनी धुरी पर उतने ही समय मे घूमता है जितने समय मे वह धरती के चारो ओर अपनी कक्षा मे एक परिक्रमा करता है। चन्द्रमा के दृश्य भाग के मानचित्र बनाने और फोटो लेने मे तो पृथ्वी के खगोल-वैज्ञानिको को सफलता मिली, परन्तु चन्द्रमा का वह भाग रहस्य बना रहा जो दृष्टिगोचर नही है।

धरती और चन्द्रमा का क्या सम्बन्ध है, इसे और स्पष्ट समझने के लिए हम मान लें कि धरती एक फुटबाल के समान है। इस दशा मे चन्द्रमा टेनिस की गेंद के समान होगा और वह 30 फुट व्यास के वृत्त मे 'धरती' के चारो ओर 27½ दिनो मे घूमेगा। स्वय धरती 2 मील के व्यास वाले वृत्त मे 100 फुट व्यास वाले गोले के, जो सूर्य का प्रतीक होगा, चारो ओर घूमेगी। जैसे-जैसे चन्द्रमा धरती की परिक्रमा करता है उसका वह भाग सूय की किरणो से प्रकाशित होता रहता है जो दूरवर्ती सूर्य के सामने है जबकि दूसरा भाग अन्धकार मे रहता है। जब धरती, चन्द्रमा और सूर्य इसी क्रम से एक सीधी रेखा मे होते हैं तब चन्द्रमा का जो भाग सूर्य से प्रकाशित है, वह वही भाग है जो धरती से दूर घूम जाता है। ऐसे ही समय को नया चन्द्रमा कहते हैं।

सोवियत वैज्ञानिको ने निश्चय किया कि उनकी समस्या सर्वोत्तम ढग से यो हल हो सकती है कि वे धरती से यन्त्रो से भरा हुआ एक खोल चन्द्रमा तक इस प्रकार भेजें जिससे वह चन्द्रमा के निकट नए चाँद के समय पहुँचें। जब यह खोल या चन्द्र-उपग्रह, चन्द्रमा और सूय के बीच पहुँचेगा तो वह चन्द्रमा के अज्ञात किन्तु प्रकाशित भाग की ओर देखेगा। उस हालत मे कुछ हजार मील की दूरी से चन्द्रमा के उस भाग के चित्र लिए जा सकेंगे।

ऐसे उपग्रह के नियन्त्रण और निर्देशन से सम्बद्ध उपकरणो के परीक्षण के लिए रूसियो ने 2 जनवरी 1959 को अपना पहला चन्द्र-उपग्रह छोडा, इसका नाम ल्यूनिक-1 था। यह उपग्रह धरतो के वातावरण से 25,000 मील प्रति घण्टे की रफ्तार से गुजरा। तब तक इसके रॉकेट-ईंधन की टकियाँ खाली हो चुकी थी और पहले चरण का रॉकेट अलग हो चुका था जिससे धरती से तेजी के साथ बढने के लिए केवल अन्तिम चरण वाला रॉकेट और खोज-सम्बन्धी उपग्रह शेष रह गए। लगभग 34 घण्टे बाद खोजी उपग्रह चन्द्रमा की कक्षा मे पहुँच गया तब तक वह अन्तरिक्ष मे

ढाई लाख मील की दूरी पार कर चुका था। वह चन्द्रमा के लगभग 3000 मील पास से गुजरा और यह देखते हुए कि पहले प्रयास मे यह नितान्त कठिन काय था, यह बहुत बडी प्रथम सफलता कही जाएगी। इसके बाद खोजी उपग्रह और आगे बढता गया जिससे वह सूर्य के चारो ओर परिक्रमा करने वाला कृत्रिम ग्रह बन जाए। सिवाय इसके कि किसी सुदूर भविष्य मे यह ग्रह धरती से टकराए, जिसकी बहुत ही कम सम्भावना है, वह शायद अनन्त काल तक सूय के चारो ओर परिक्रमा करता रहेगा।

उसी साल सितम्बर मे ल्यूनिक-2 छोडा गया। इस बार उसका लक्ष्य चन्द्रमा की सतह थी और 13 सितम्बर को वह सतह से जा टकराया, वास्तव मे ल्यूनिक-2 चन्द्रमा के दृश्य भाग के मध्यबिन्दु से अधिक दूर नही उतरा। उसकी आश्चयजनक यात्रा के लगभग अन्त तक उसमे लगे रेडियो के सकेत आते रहे जिन्हे जॉड्रेल बैंक के विशाल रेडियो-दूरदशक ने ग्रहण किया। रूसिया ने ल्यूनिक-2 की प्रगति के सम्बन्ध मे अपनी जानकारी के बाद ऐलान किया कि यह सम्भावना है कि वह चन्द्रमा से जा टकराएगा जिस समय कि उसे टकराना था। उसके कुछ ही मिनट पहले उसमे आने वाले सकेतो की 'ब्लीप-ब्लीप' आवाज अचानक रुक गई जिससे सम्पूण मानव-जाति को पता चला कि धरती से पहला पदाथ चन्द्रमा के तल पर पहुँच चुका है।

ल्यूनिक-1 और -2 की उडानो से जो सूचना एकत्र की गयी उसके आधार पर रूस के वैज्ञानिको को विश्वास हो गया कि उनके अगले और सबसे अधिक कठिन परीक्षण के लिए उनकी नियत्रण और निर्देशन पद्धति यथेष्ट सही है।

धरती के गुरुत्वीय खिंचाव को समझने के लिए प्राय उसकी तुलना एक विशाल वृत्ताकार गड्ढे से की जाती है जिसके तल मे धरती स्थित है। इस गढे की दीवारे क्रमश ऊपर की ओर ढलवाँ होती है, वे तल के निकट सबसे अधिक सीधी होती है और धरती से दूर ऊपर आते आते वे चपटी हो जाती है। यह बदलती हुई ढलान इस तथ्य को व्यक्त करती है कि धरती का गुरुत्वीय खिचाव धरती के निकट सबसे तीव्र होता है और जैसे-जैसे आप धरती से दूर होते जाएँ यह खिचाव कमजोर होता जाता है। यदि एक गेंद गड्ढे

के निकट पहुँचे और नीचे की ओर पहले छिछले ढलान मे बढे तो वह जैसे-जैसे नीचे जाएगी रफ्तार पकडती जाएगी लेकिन जब तक वह गड्ढे मे सही कोण से न प्रवेश करे तब तक वह सम्भवत तल पर धरती से नही टकराएगी, लेकिन ढलान से ऊपर उठने और गड्ढे से बाहर जा लुढकने से पहले वह गड्ढे की दीवारो के गिर्द चक्कर काट सकती है। दूसरी ओर गड्ढे के तल से किसी गेंद को एक विशेष रफ्तार से ऊपर की ओर लुढकाया जाता है तो वह कुछ समय तक ऊपर उठ सकती है लेकिन उसकी रफ्तार क्रमश धीमी होती जाएगी यहाँ तक कि वह क्षण-भर के लिए रुकेगी और फिर नीचे गिर जाएगी। अगर इस गेंद को आरम्भ से ही अधिक गति प्रदान की जाए तो वह वापस लौटने से पहले गड्ढे की ढलवाँ दीवारो पर और अधिक ऊँचाई पर पहुँचेगी और अगर उसे ऐसी गति प्रदान की जाए, जिसे बचाव की गति कहा जाता है, तो वह दीवारो के पार पहुँच जाएगी। हालाकि इस क्रम मे वह अधिक धीमी गति से परन्तु ऐसी यथेष्ट गति से लुढकेगी कि वह दूर-से-दूर चलती चली जाए, यहा तक कि जूल वन की कहानी मे वर्णित तोप के गोले की तरह बिल्कुल बाहर चली जाए।

एक कृत्रिम भू-उपग्रह को ठीक उस गेद की तरह माना जा सकता है जो गड्ढे की दीवारो के चारो ओर ठीक इतनी गति से लुढकती है कि वह धरती से समान दूरी बनाए रखे।

अब हम मान लें कि बडे गड्ढे की ढलान के काफी ऊपर की ओर एक बहुत छोटा-सा गडढा है और यह भी कल्पना कर ले कि वह छोटा गड्ढा बडे गड्ढे की दीवारो के साथ-साथ वृत्ताकार घूमता है और बडे गड्ढे के तल से समान दूरी बनाए रखता है तो यह छोटा गड्ढा चन्द्रमा के गुरुत्वीय क्षे॰ का प्रतीक होगा।

सोवियत वैज्ञानिक बडे गड्ढे के तल मे ऐसे लोगो की स्थिति मे थे ज गड्ढे की ढलानो के ऊपर एक गेद को इस ढग से छोडना चाहते थे जिससे व घूमते हुए छोटे गड्ढे मे जा पडे। इस गेंद (ल्यूनिक-3) को ठीक इतनी गf और दिशा प्रदान करनी थी जिससे वह गतिशील लक्ष्य से जा टकराए। गf और दिशा-सम्बधी भूल-चूक क्रमश एक प्रतिशत से बहुत कम और ए डिग्री के छोटे भाग मे कम होनी आवश्यक थी।

एक और कठिनाई भी थी। रूस, जहाँ से रॉकेट छोड़ा जाना था, उत्तरी गोलार्द्ध में है। कक्षा-सम्बन्धी गणना करते हुए रूसी विशेषज्ञों ने इस समस्या का हल कृत्रिम उपग्रह के लिए ऐसा मार्ग चुनकर किया जिस पर जाने से यह सुनिश्चित हो जाए कि चन्द्रमा के गुरुत्वीय क्षेत्र द्वारा उसकी कक्षा में व्यतिक्रम उसे रूस के ऊपर, धरती के निकट ले आएगा।

इस प्रयत्न के लिए 4 अक्तूबर 1959 की तिथि चुनी गयी। नियन्त्रण-कक्षों में अत्यधिक उत्तेजित वैज्ञानिकों और तकनीकज्ञों ने टेलिविजन के परदों पर कई भाग वाले शक्तिशाली रॉकेट को प्रक्षेपण स्थल पर खड़ा देखा। वह सैंकड़ों फुट ऊँचा था और उसका वज़न सैंकड़ों टन था तथा उसके अग्र भाग में जाँच-पड़ताल के लिए यन्त्र ठसाठस भरे थे। अन्तिम सेकंडों की गिनती की समाप्ति पर पहले भाग के मोटरों का पृथ्वी को हिला देने वाला गर्जन प्रारम्भ हो गया। विशाल रॉकेट आग की उजली धारा छोड़ते हुए हवा में पहले बहुत धीमे और फिर लगातार तेज होते हुए ऊपर उठा। उसका दहन-कक्ष प्रति सेकंड दो टन ईंधन से अधिक का भक्षण कर रहा था।

उत्सुक वैज्ञानिकों ने अपने सामने के डायलों में रॉकेट की प्रगति को देखा, एक के बाद एक उस शक्तिशाली उड़ान की मंजिलें पूर्वनिर्धारित् कार्य-क्रम के अनुसार होती रहीं। अन्त में यन्त्रयुक्त अन्तरिक्ष-यान को, चन्द्रमा की ओर अपनी लम्बी यात्रा आरम्भ करने के लिए मुक्त कर दिया गया।

इस बीच रूस में उसके मार्ग का पता रखने वाले केन्द्रों ने उससे सकेत प्राप्त किया। तेजी से काम करने वाले इलेक्ट्रॉनिक सगणकों ने इन केन्द्रों द्वारा प्राप्त आंकड़ों की गणना करके अन्तरिक्ष-यान की स्थिति और कक्षा का पता लगाया। सगणकों के 'क्लिक' की आवाज़ के साथ अपने परि-णाम मुद्रित करने के साथ ही वैज्ञानिकों की प्रसन्नता बढ़ गयी। ल्यूनिक-3 सही मार्ग पर था।

अन्तरिक्ष-यान अपने मार्ग में जिस प्रकार बढ़ रहा था उसे देखते हुए एक ऐसी सिलिंडरनुमा वस्तु का आभास होता था जो लगभग चार फुट तीन इंच लम्बी हो और जिसके गोलाकार सिरों से छः लम्बे एरियल निकले हों। इस सिलिंडर की दीवारों पर छोटी-छोटी प्लेटें थी जो सौर-बटरियाँ थी और जो सूर्य की किरणों को ग्रहण करती हुई उसे भविष्य के प्रयोग के

लिए विद्युत्-शक्ति के रूप मे एकत्र कर रही थी। अनुसन्धान-सम्बन्धी यत्रो के लिए कई खिडकियाँ दिखाई दे रही थी।

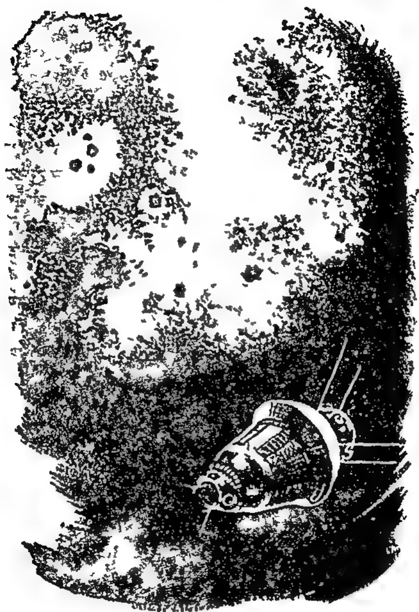
अन्तरिक्ष-यान के अन्दर विभिन्न प्रकार के जटिल इलेक्ट्रॉनिक यत्र थे जिनमे टेलिविजन के उपकरण, कैमरा और उससे सलग्न अन्य साज-सामान तथा शक्ति के अन्य साधन थे।

घण्टे बीतते गए और इस बीच अपनी कक्षा में घूमता हुआ चन्द्रमा और अन्तरिक्ष-यान निकट आते गए। 7 अक्तूबर को जब दोनो के बीच लग-भग 40 हजार मील का अन्तर रह गया तब ल्यूनिक-3 फिर सक्रिय हो उठा।

उसने पहले अपने प्रकाशीय, घूर्णदर्शीय, और सगणक उपकरणो द्वारा अपने छोटे रॉकेट-मोटरो का उपयोग करके अपनी गति की उस ऐंठन को रोका जो उस समय से शुरू हो गयी थी जब उसने उस बडे रॉकेट के अन्तिम चरण को छोडते समय, जिसने उसे कक्षा मे भेजा था, पायी थी। इसके बाद उसके सिरे को प्लेटो मे से एक को सूर्य-खोजी यन्त्रो की सहायता से सूर्य की ओर उन्मुख किया गया। अन्तरिक्ष-यान के दूसरे सिरे से जो कैमरा बाहर की ओर झाँक रहा था वह इस प्रकार सूर्य से दूर घुमा दिया गया। चूँकि यह काय उस समय हुआ जब ल्यूनिक-3 सूर्य और चन्द्रमा के बीच में था, अत कैमरा उस समय चन्द्रमा के प्रकाशित किन्तु अज्ञात भाग की ओर सधा हुआ था। एक अन्य प्रकाशीय यत्र से प्राप्त सकेत से जब यह प्रकट हुआ कि चन्द्रमा फोकस मे है तो चित्र लेने का काम शुरू हो गया।

इस बीच धरती पर खोज-खबर रखने वाले केन्द्रो मे वैज्ञानिक, जिन्होंने देख लिया था कि अन्तरिक्ष-यान अब चित्र ले रहा है, उत्सुकता से प्रतीक्षा करते रहे और आशा करते रहे कि उन्होंने जिस यंत्रावलि का विकास किया है वह बिना किसी बाधा के कार्य करेगी। एक-एक मिनट बीतता गया। साढे तीन घण्टे, पौने चार घण्टे, चार घण्टे, चार घण्टे दस मिनट—और चित्र लेने का क्रम पूरा हो गया। इस बीच अन्तरिक्ष-यान की चन्द्रमा से दूरी 2,000 मील से बढकर 42,750 मील हो गई थी।

इसके बाद अभिस्थापन तत्र को रोक दिया गया और ल्यूनिक-3 को एक समान रफ्तार मे परिक्रमा करने दिया गया जिससे उसके एक भाग को सूर्य की बहुत गर्मी न झेलनी पडे।



स्पुतनिक-3 का कैमरा चन्द्रमा के प्रकाशित, किंतु अज्ञात भाग की ओर लगा हुआ था।

इसके बाद फिल्मों को साफ करने की क्रिया आरम्भ हुई। इस व्यवस्था को विशेष रूप से सुरक्षित बनाया गया था जिससे अन्तरिक्ष का तीव्र-भेदी कॉस्मिक विकिरण चित्र को धुँधला न बना दे। कैमरे में चित्र ग्रहण करने के बाद फिल्म एक अन्य छोटी शोधन इकाई में पहुँची जहाँ स्वतः उसकी सफाई हुई, वह सूखी और स्थिर हुई। सम्पूर्ण प्रक्रिया के इस भाग का डिज़ायन तैयार करने में अन्तरिक्ष-वैज्ञानिकों को बड़ी कठिन तकनीकी समस्याओं को हल करना पड़ा था।

अन्तरिक्ष-यान अपनी एकाकी कक्षा में जैसे जैसे चन्द्रमा से दूर हटता गया उसके भीतर सभी बातें सहजता से होती गयीं। बहुत धीरे-धीरे फिल्म टेलिविज़न तन्त्र से सम्बद्ध कैथोड-किरण नली से गुज़री जो चित्रों के अवलोकन के लिए लगायी गयी थी। प्रत्येक चित्र के आगे-पीछे प्रकाश की पतली रेखा फिल्म से होकर गुज़री और बाहर निकलते हुए उसकी चमक चित्र के विभिन्न भागों के अन्धकार के अनुरूप विभिन्न मात्राओं में घटती रही। प्रकाश की यह घट बढ़ रेडियो संकेत में बदल गयी जिसे धरती पर भेजा जा सकता था। इन संकेतों को तीव्र संवेदनशील ग्राहियों द्वारा अन्वेषण-केन्द्रों के अंकन उपकरणों द्वारा ग्रहण किया गया।

सुरक्षा की दृष्टि से ल्यूनिक-3 और धरती पर रेडियो-संचार-सम्बन्धी सभी व्यवस्थाएँ दुहरी बनायी गयी थीं जिससे अगर एक यन्त्र टूट जाए तो धरती के नियंत्रण-केन्द्र से आदेश भेजकर सुरक्षित यंत्र को चालू किया जा सके।

अन्तरिक्ष में लगभग ढाई लाख की दूरी से सूचना प्राप्त करने में कितनी कठिनाई थी इसका कुछ अनुमान इस बात को ध्यान में रखकर किया जा सकता है कि अन्तरिक्ष-यान के प्रेषित्रों से प्राप्त संकेतों की शक्ति कितनी थी। यह शक्ति सामान्य टेलिविज़न-ग्राहियों से प्राप्त संकेतों की शक्ति से दस करोड़ गुना कम थी। फिर भी अन्तरिक्ष-यान के रेडियो और टेलिविज़न-उपकरणों की सहायता से चित्रों को 2 लाख 90 हज़ार मील की दूरी तक सफलतापूर्वक भेजा जा सका।

ल्यूनिक-3 के कार्य पूरे हो चुके थे। धरती के गुरुत्वीय खिंचाव से खिंचकर वह अपने दीर्घवृत्तीय पथ से वापस लौटा और धरती के चारों ओर

30,000 मील की दूरी पर परिक्रमा करने लगा। अगर वह केवल धरती के खिचाव के अन्तर्गत होता तो वह लाखो वर्षों तक हमारी धरती का उपग्रह बना रहता लेकिन इसके बजाय चन्द्रमा और सूर्य दोनो ही के आकर्षणो के कारण उसकी कक्षा क्रमश विकृत होती गयी और कई महीनो बाद वह धरती के वातावरण मे प्रविष्ट होकर नष्ट हो गया।

उसके भेजे गए चित्रो का अन्तरिक्ष वैज्ञानिको ने बडी सावधानी से सफल अध्ययन किया। मानव इतिहास मे पहली बार मनुष्य ने चन्द्रमा के दूसरी ओर की प्राकृतिक बनावट पर दृष्टि डाली।

चन्द्रमा का जो भाग धरती की ओर है उसकी प्राकृतिक बनावट के अन्तर्गत मुख्य रूप से क्रेटर (crater) हैं, पर्वतमालाएँ है, खड्ड है और धूल के विशाल सागर है। क्रेटरो की सख्या हजारो मे है जिनमे कुछ 150 मील व्यास वाले है और कुछ सौ गज व्यास वाले भी। इन क्रेटरो के चारो ओर वृत्ताकार दीवार के अतिरिक्त जो प्राय 20,000 फुट तक ऊँची होती है, मध्य मे ऊबड खाबड शिखर होता है जिस पर प्राय सूर्य की तिरछी किरणें पडकर उसे चमका देती है जबकि क्रेटर का तल वृत्ताकार दीवार की छाया के कारण दिखाई नही देता। इन सब प्राकृतिक स्थलो का नामकरण प्लैटो, अरस्तू, न्यूटन, कॉपर्निक्स, और केप्लर जैसे प्रसिद्ध दार्शनिको, वैज्ञानिको और खगोलशास्त्रियो के नाम पर हुआ है।

पर्वतो के भी परिचित नाम रखे गए हैं। एप्पीनाइनस जो सैकडो मील लम्बी चोटियो वाली पर्वतशृंखला है और मध्य लीब्निट्ज पर्वतमाला जो दृश्य मडलक के दक्षिणी भाग पर दिखाई देती है और अदृश्य भाग की ओर बढ जाती है।

कभी-कभी किसी पर्वतमाला के बीच सैकडो मील की तग घाटियाँ देखने को मिलती है। ऐसी एक घाटी अल्पाइन घाटी है जिसका निर्माण सम्भवत चन्द्रमा के पृष्ठ पर करोडो वर्ष पूर्व किसी विशाल उल्का के जा टकराने से हुआ होगा।

चन्द्रमा के दृश्यतल के वे बडे भाग अपेक्षाकृत सपाट हैं—वे 'मेरिया' (*maria*) *या सागर कहे जाते हैं। यद्यपि हमे अब ज्ञात है कि* ये पानी से नही बल्कि धूल से ढँके है फिर भी इनका नाम पूर्ववत् चला आ रहा है और

चन्द्रमा के मानचित्रो पर उन्हे सकट सागर, शान्ति सागर, दक्षिणी सागर आदि से चिह्नित किया जाता है। बहुत से नाम बडे ही सुन्दर हैं जिनसे हमारी कल्पना मे ऐसे विचित्र और अलौकिक सौन्दर्य का चित्र उभरता है जिसे मनुष्य अगर अन्तरिक्ष-यान मे बैठकर चन्द्रमा तक पहुँचे तो यथाथत देख सकेगा—और सम्भवत वह दिन अब दूर नही है।

ल्यूनिक-3 ने जब चन्द्रमा के दूसरी ओर के चित्र लिए थे तो वह ऐसी स्थिति मे था कि उस ओर का अधिकाश भाग दिखाई देता था और छोटा सा वह भाग भी दिखाई देता था जिसके बारे मे हमे जानकारी है। यह बहुत उपयोगी सिद्ध हुआ क्योकि जिस भाग का हमे ज्ञान है वहाँ की प्राकृतिक बनावट के सदभ मे हम उन नई बनावटो की स्थिति समझ सकते थे जिनके चित्र हमे प्राप्त हुए।

ज्ञात वस्तुओ मे पाँच 'मेरिया' (सागर) थे—हम्बोल्डशिएनियम सागर, क्रिसीयम सागर, मार्जिनिस सागर, स्मिथी सागर और ऑस्ट्रैल सागर। इनमे से तीन अर्थात् ऑस्ट्रेल, स्मिथी और मार्जिनिस सागर अज्ञात अदृश्य भाग मे हैं, जिससे उनकी रूपरेखा पहली बार स्पष्ट हुइ। वस्तुत यह प्रकट हुआ कि मार्जिनिस सागर और स्मिथी सागर का अधिकाश भाग चन्द्रमा के दूसरी ओर स्थित है।

इन चित्रो को देखने वाले प्रथम व्यक्तियो को यह जानकर आश्चय हुआ कि चन्द्रमा के जिस नए भाग की खोज की गई है वह अधिकाशत पहाडी प्रदेश है। केवल कुछ नए 'सागर' दिखाई दिए जा मुख्य रूप से दक्षिणी और विषुवत कटिबन्धो मे हैं।

एक ऐसी पर्वतमाला का पता चला है जो 1,250 मील तक फैली है और विषुवत रेखा को पार करती हुई दक्षिणी गोलार्द्ध तक जाती है। इस पवतमाला के पार वाले प्रदेश मे बहुत चमकीले मैदान दिखाई दिए।

उत्तरी गोलार्द्ध मे लगभग -)) मील व्यास का कटोरेनुमा 'सागर' पाया गया। इसके दक्षिण मे एक खाडी थी और विषुवत रेखा के दक्षिण मे 60 मील व्यास का एक सुस्पष्ट क्रेटर पाया गया जिसका तल अन्धकार-युक्त था, मध्य का शिखर चमकीला और जिसके चारो ओर रोशनी का छल्ला था। मध्यम आकार के चार क्रेटर-समूहो के अतिरिक्त अन्य कई

विशेषताएँ भी ल्यूनिक-3 के चित्रो मे देखी गयीं।

खगोलशास्त्रियों की पिछली पीढ़ियो की परम्परा मे रूसी वैज्ञानिको ने सभी नयी खोजो को कोई न-कोई नाम दिया। मध्यवर्ती शिखर वाले क्रेटर का नाम अन्तरिक्ष यात्रा के महान प्रवर्तक त्सोल्कोवस्की के नाम पर रखा गया। एक और स्थान का नाम लोमोनोसोफ के नाम पर रखा गया जो प्रसिद्ध रूसी खगोल-वैज्ञानिक था। दो नए 'सागरो' के नाम 'स्वप्न सागर' और 'मास्को सागर' रखे गए। मास्को सागर विशाल क्रेटर की आकृति का 'सागर' है जिसके दक्षिण मे खाडी है। इस खाडी का नाम पहले अन्तरिक्ष-यात्रियो के सम्मान मे 'अन्तरिक्ष-यात्रियो की खाडी' रखा गया। चन्द्रमा के दूसरी ओर की मध्य पर्वतमाला का नाम 'सोवियत पर्वतमाला' रखा गया।

ल्यूनिक-3 के जेट-चलित कैमरे ने अपना काम बहुत अच्छी तरह किया। यद्यपि धरती से अन्य अन्तरिक्ष-यान छोड़े जाएँगे जिनमे दूसरे कैमरे होंगे, फिर भी 7 अक्तूबर, 1959 की वह घड़ी, जब ल्यूनिक-3 ने चन्द्रमा के अज्ञात भाग के चित्र लेने आरम्भ किए थे, खगोल-विज्ञान के इतिहास मे एक सबसे अधिक रोमांचक घड़ी मानी जाएगी। उन क्षणो की सफलता से खगोल विज्ञान मे एक नए युग की शुरुआत हुई क्योंकि यह सिद्ध हो गया कि ग्रहो के चित्र निकट से लेना सम्भव है और उनके तल की प्राकृतिक बनावट को ब्यौरेवार मालूम किया जा सकता है।

महान क्षणों की प्रतीक्षा

साढ़े तीन सौ वर्षों मे मनुष्य ने विश्व सम्बन्धी अध्ययन मे अत्यधिक प्रगति कर ली है। आरम्भ मे उसे ग्रह, सूर्य और चन्द्रमा मे ही मुख्य रूप से दिलचस्पी थी लेकिन धीरे-धीरे उसका ध्यान चमकते हुए तारो और घुमड़ती हुई आकाशगगा''ो की ओर गया और उसने अन्तरिक्ष की गहराइयो की खोज की, सृष्टि के विकास का अन्वेषण किया और उसके सम्ब''ध मे भविष्यवाणी की। सृष्टि की तुलना मे यद्यपि मनुष्य आकार मे बहुत ही नगण्य है, फिर भी अपनी प्रतिभा के द्वारा वह अपने चारो ओर के विश्व को कुछ हद तक समझने मे समर्थ हुआ है।

इस पुस्तक मे हमने आपको खगोल विज्ञान की कहानी का कुछ अश सुनाया है और आपने कुछ स्त्रियो और पुरुषो से भेंट की है जिन्होने इस कहानी को प्रस्तुत करने मे योग दिया है। लेकिन यदि स्थान का अभाव न होता तो दर्जनो अन्य व्यक्तियो की चर्चा भी की जा सकती थी।

और यह कहानी का अन्त नही है। खगोल-विज्ञान जितना सक्रिय और सम्भावनापूर्ण आज है उतना पहले कभी नही था। विज्ञान जिन नयी पद्धतियों का विकास कर रहा है और जो नए आविष्कार कर रहा है, जैसे उपग्रह और अन्तरिक्ष यान, उनकी सहायता से खगोल वैज्ञानिको को अब विश्व की वस्तुओ का अध्ययन उन मचो से करने का मौका मिल रहा है जो धरती के वातावरण से बाहर है। आने वाले दिनो मे कम-से कम निकटस्थ ग्रहो तक पहुँचने का अवसर भी मिलेगा।

हम सब का यह सौभाग्य है कि हम अन्तरिक्ष युग के आरम्भ मे जीवित है—निश्चय ही यह मनुष्य जाति के इतिहास का सबसे महत्वपूर्ण युग है। खगोल-विज्ञान के इतिहास मे हम अगले महान क्षण अर्थात् च''द्रमा पर प्रथम मानव के उतरने की सम्भावना पर पूर्ण विश्वास कर सकते हैं।

जब प्रथम मानव सुरक्षित रूप मे चन्द्रमा के धूल-भरे तल पर उतरेगा* और धरती की ओर सम्भ्रम से देखेगा तो धरती उसे चन्द्राकाश मे झूलती हुई दिखाई देगी। वह पहला सौभाग्यशाली मानव अन्वेषण की उस प्रक्रिया को आगे बढाएगा जो शताब्दियो पहले आरम्भ हुई थी और जो गैलीलियो, न्यूटन, हैली तथा अन्य अनेक अन्तरिक्ष-अनुसन्धानकर्ताओ के अथक परिश्रम के फलस्वरूप आज की स्थिति मे पहुँची है।

* 21 जुलाई 1969 को मानव चाँद पर उतर चुका है। —अनुवादक

पारि

अतिव्यापन	over
अध-गोल	
अपवर्तन	refr
अव्यवस्था	chaos
अर्ग (इकाई)	erg
अस्पष्ट	hazy
अन्तरा अणुक स्थान	inter m space
अन्तरा अणुक बल	force
अवरक्त (किरणें)	infra red
आयाम	dimension
आकाशगंगा	galaxy
आन्तरिक	intrinsic
आघूर्ण	moment
आवर्धन	magnificat
आवर्धी शीशा	magnifying
आवृत्तिकाल	period (of oscill
आलेख (यन्त्र)	recording
आवर्ती	periodical
उत्प्रेरक	catalyst
उपसौर	perihelion
उपग्रह	satellite
उत्तुंगता	altitude
उत्केन्द्रता	eccentrici
उत्तल	onvex (l
उल्का	meteor
कक्षा	orbit
कृत्तिका	pleiades
कंपन	vibration

THE PROGRESS OF SCIENCE Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Great Discoverers in Modern Science	Patrick Pringle
Modern Scientists At Work	Amabel Williams Ellis
Men Who Changed The World	Egon Larsen
Men Who Shaped The Future	Egon Larsen
The Common Sense of Science	J Bronowski
Everyday Science Topics Book I III	T A Tweedle
Stories from Science Book I IV	Sutcliffe & Sutcliffe
Achievements of Science I VIII	M Anderwood
The Making of Man by	I W Cornwall & M Maitland Howard (Carnegie Medal Winner)
Diversity of Man	Robin Clark
Animal life in the Tropics	E M P Waltors
Life in the Deep	Maurice Burton
Planet Earth	Dr Ronald Fraser
Weather	R S Scorer
The World of Feelings	J D Carthy
Nature and Man	John Hillaby
Biology for the Modern World	C H Waddington
Great Moments in Astronomy	Archie E. Roy

SCIENCE WORK LIKE THIS Series in Hindi
(All books are fully illustrated or Plates on art paper)

Television Works Like This	J & R Bendick
Radar Works Like This	Egon Larsen
Sound Recording Works Like This	Clement Brown
Atoms Works Like This	John Rowland
Helicopters Works Like This	Basil Arkell & John W R Taylor
Transistors Work Like This	Egon Larsen
Jet Planes Work Like This	John W R Taylor
Fockets & Satellites Work Like This	John W R Taylo
ains Work Like This	David St John Thomas
ieras Work Like This	Maurice K Kidd
oort	Egon Larsen

जब प्रथम मानव सुरक्षित रूप मे चन्द्रमा के धूल-भरे तल पर उतरेगा* और धरती की ओर सम्भ्रम से देखेगा तो धरती उसे चन्द्राकाश मे झूलती हुई दिखाई देगी। वह पहला सौभाग्यशाली मानव अन्वेषण की उस प्रक्रिया को आगे बढाएगा जो शताब्दियो पहले आरम्भ हुई थी और जो गैलीलियो, न्यूटन, हैली तथा अन्य अनेक अन्तरिक्ष-अनुसन्धानकर्ताओ के अथक परिश्रम के फलस्वरूप आज की स्थिति मे पहुँची है।

* 21 जुलाई 1969 को मानव चाँद पर उतर चुका है। —अनुवादक

पारिभाषिक शब्दावली

अतिव्यापन	overlapping
अर्ध-गोल	hemispherical
अपवर्तन	refraction
अव्यवस्था	chaos
अर्ग (इकाई)	erg
अस्पष्ट	hazy
अन्तरा-अणुक स्थान	inter molecular space
अन्तरा अणुक बल	inter molecular force
अवरक्त (किरणें)	infra red
आयाम	dimension
आकाशगंगा	galaxy
आंतरिक	intrinsic
आघूर्ण	moment
आवर्धन	magnification
आतशी शीशा	magnifying glass
आवृत्तिकाल	period (of oscillation)
आलेख (यंत्र)	recording
आवर्ती	periodical
उत्प्रेरक	catalyst
उपसौर	perihelion
उपग्रह	satellite
उत्तुंगता	altitude
उत्केन्द्रता	eccentricity
उत्तल	onvex (lens)
उल्का	meteor
कक्षा	orbit
कृत्तिका	pleiades
कंपन	vibration
खगोलीय गोला	orb
खगोल विज्ञान	astronomy
खगोलज्ञ	astronomer
गुरुत्व	gravity
गुरुत्वाकर्षण	gravitation
गणितीय	mathematical
गसिल	peneumatic
ग्रह	planet
घन	cube, cubic
घटना	phenomenon
घूर्णी	rotation
घूर्णी गति	rotatory
चुम्बकत्व	magnetism
चाल	speed
चक्रण	spin
चर	variable
जड़त्व	inertia
ज्योति	luminosity
त्वरण	acceleration
तुला	balance
तारामंडल	constellation
तारकीय	stellar
तरंग दैर्घ्य	wave length
तश्तरी	disc
दिव्य	celestial
दीर्घ वृत्त	ellipse
दीर्घ वृत्ताकार	elliptical
दृष्टि भ्रम	illusion
दोलन	oscillation
दीर्घ अक्ष	major axis
दूरदर्शक	telescope

द्रव्यमान	..ass
दोलायमान	swinging
धूमकेतु	comets
धुंध	mist
ध्रुव	pole
ध्रुव—उत्तर	pole—north
ध्रुव—दक्षिण	pole—south
नभमण्डलीय	heavenly
न्यूट्रॉन	neutron
नगण्य	negligible
नाभिकण	nucleus
नीहारिका	nebular
न्यूटनीय	Neotonian
नौ विद्या	navigation
नभमंडल	vault
नेत्रिका	eyepiece
नियॉन	neon
प्रतीयमान	apparent
प्रयोगसिद्ध	empirical
परिमाण	magnitude
प्रकाश विज्ञान	optics
प्रकाश-सम्बन्धी	optical
परवलय	parabola
परिदर्शक	periscope
परिधीय	peripheral
प्रकाशमिति	photometry
प्रोद्वर्ध	protuberance
प्रागुक्ति	prediction
परिकल्पना	hypotheses
परावर्तक	reflector
प्रकाश विद्युत्-सैल	photo-electric-cells
पुरावेत्ता	antiquary
बृहस्पति (ग्रह)	Jupiter
बुध (ग्रह)	Mercury
भूगर्भ विज्ञान	geology
भूकेन्द्रीय तंत्र	geocentri system
भ्रम	paradox
मंगल (ग्रह)	Mars
मौसम विज्ञान	meteorology
मध्याह्न रेखा	meridian
मण्डलक	disc
युगारम्भ	epoch
यांत्रिकी	mechanics
रेडियन (इकाई)	radian
त्रिज्या	radius
लम्बन	parallax
लम्बनिक	parallatic
लक्ष्य	target
लोलक	pendulum
विपथन	aberration
विन्यास	configuration
विलय	fusion
विचक्षण	ingenious
वायुमण्डलीय	atmospheric
विकिरण	radiation
विकिरण दाब	radiation pressure
शंकु	cone
शनि (ग्रह)	Saturn
शुक्र (ग्रह)	Venus
सूर्योच्च	aphelion
सम्पिण्डित	conglomerates
स्फटिक	crystal
संकेन्द्रित	concentrated
सौर-केन्द्रित	heliocentric
समदाब रेखा	iso bar
समकालिक	iso chronic
सूर्य कलंक	sun spots
सदिश (राशि)	Vector